



欧洲涂料杂志

www.chinacoatings.com.cn
www.european-coatings.com

中文版

09 – 2024

10

功能涂料

本期包括一篇功能和智能涂料市场报告，专家之声以及一篇关于可膨胀微球与胶体二氧化硅之间的协同作用的技术论文。

30 车辆修补
新型改性丙烯酸聚醇树脂

42 法规
理解CLP修订





CHINA
COATINGS
SHOW 2026

2026

中国国际涂料博览会

暨第二十四届中国国际涂料展览会
THE WORLD OF COLOURS FOR ALL INDUSTRIES

展览面积

100 000 m²

参展商

800 家+

专业论坛

30 场+

专业观众

100 000 人次+

2026年7月15-17日

July 15-17, 2026

上海新国际博览中心

Shanghai New International Expo Centre



www.coatshow.cn

主办方：中国涂料工业协会

Organizer: China National Coatings Industry Association

承办方：北京涂博国际展览有限公司

Undertaken by: Beijing TUBO International Exhibition Co., Ltd.





加入我们
"European Coatings Industry"



来源: Natalya Guskova - stock.adobe.com



Silke Karl
编辑
电话 +49 511 9910-218
silke.karl@vincentz.net

闪耀

功能涂料可以提供多种特性，例如抗菌、导电或易清洁。这些涂料的新开发需求不断增加。我们问涂料专家他们认为哪种类型的功能涂料最重要，以及从他们的角度来看，哪些应用最具前景。我们在2024年7月进行的在线调查的结果是自清洁涂料被认为非常重要。我的同事Kirsten Wrede在市场报告（第12页）中详细分析了我们的调查。

Nouryon公司和Synpo公司的Peter Greenwood等人在他们的技术论文（第18页）中讨论了用于屋顶涂料的自清洁聚氨酯分散体。他们分析了结合了可膨胀微球和胶体二氧化硅这两种技术的配方。

Markus Hallac（Evonik公司）和Carsten Becker-Willinger博士（莱布尼茨新材料研究所）分享了他们对功能涂料研究和重要趋势的见解（第16页）。

请享受阅读的快乐吧。



Silke Karl

市场报告

功能涂料和智能涂料的关键趋势

12



来源: Quality Stock Arts - stock.adobe.com

专家之声
功能与技术

16



来源: Sergii - stock.adobe.com



18

技术论文

可膨胀微球与胶体二氧化硅之间的协同作用

欧洲涂料杂志 中文版 2024.09

6 专访

Reg Adams, Artikol公司

6 行业新闻

欧洲涂料行业重要动向概览

8 行业前沿

Nippon Paint公司在内罗毕开设了一家子公司，为汽车、木器涂料和工业涂料部门提供服务

Vanessa Bauersachs

功能涂料

12 市场报告

驱动功能涂料和智能涂料的关键趋势是什么？最有前景的应用是什么？

Kirsten Wrede

16 专家之声

Markus Hallac, Evonik公司, Carsten Becker-Willinger博士, 莱布尼茨新材料研究所

18 技术论文

可膨胀微球与胶体二氧化硅之间的协同作用

Peter Greenwood, Jan Nordin, Nouryon公司, Vladimír Špaček, Synpo公司



欧洲涂料360° 知识档案

将欧洲涂料的所有数字内容放入一个数据库
请访问www.european-coatings.com/360了解更多信息



来源: denboma - stock.adobe.com

金属直涂
无硅酮星型表面
活性剂

24



来源: chitsanupong - stock.adobe.com



分散技术
工艺工程解决
方案

36



来源: chrupka - stock.adobe.com

法规
CLP法规

42

24 金属直涂

无硅酮星型表面活性剂在水性金属直涂 (DTM) 应用中的表现

Ralf Knischka博士, Frank Pirrung博士, Elena Martínez博士, Clemens Auschra博士, BASF公司

30 抗流挂性

一种新型改性丙烯酸聚醇树脂具有明显的车辆修补优势

Francesca Fallani, Rob Otte, Marian Thannhauser, Allnex公司

35 数说涂料

欧洲涂料市场

36 分散技术

涂料生产的创新工艺工程解决方案

Hans-Joachim Jacob博士, Ystral公司

42 法规

欧洲议会和理事会在4月批准了《分类、标签和包装》(CLP) 法规修订文本

Paula Diaz Rodriguez, FEICA

44 活动一览

46 色彩世界

49 广告一览

50 研发新闻

封面来源: moccabunny - stock.adobe.com



“反倾销税需要再维持5年。”

Reg Adams, Artikol公司

你如何评价欧盟对中国二氧化钛征收反倾销税的决定？征收反倾销税将不可避免地使进入欧盟市场的中国二氧化钛的价格上涨至多40%。中国二氧化钛以前的售价为每公斤2.50欧元，现在将为每公斤3.50欧元。在这一价格水平上，考虑到目前二氧化钛原料、氯气、硫酸、能源和其他投入的现行成本，欧盟二氧化钛生产商应该能够有效竞争。2020年至2023年，中国供应商对欧盟的销售额增长了17%。他们共同在欧盟市场的份额从15%上升到22%。相应地，欧盟供应商应该能够重新获得市场份额。更高的销量将要求欧盟生产商提高产量，使他们能够以更高的产能利用率运行他们的工厂，并降低单位固定成本。盈利能力的提高预计将确保目前在欧盟运营的11家二氧化钛工厂中的大多数（如果不是全部的话）能够生存下去。为了使这种改善持续下去，反倾销税将需要从2025年初开始再实施5年。

反倾销税对涂料生产商有何影响？涂料行业是迄今为止二氧化钛的最大终端用户，占欧盟总消费量的约60%。对于典型的涂料制造商来说，二氧化钛占总现金成本的百分比为：建筑涂料占25%~30%，工业涂料占12%~18%。因此，中国二氧化钛价格每公斤突然上涨1欧元将对主要依赖中国供应商满足其二氧化钛需求的涂料制造商产生重大影响。当然，一些中小型涂料制造商将面临这种情况。大多数欧盟涂料公司在配方中同时使用中国和非中国的二氧化钛，因此其成本基础将较少受到反倾销税的影响。

对涂料行业征收反倾销税的结果是什么？实施反倾销税的主要积极成果是帮助欧盟现有的11家二氧化钛工厂中的大多数保持开放（如果不是全部的话）。在宏观经济方面，这对当地就业和整个大陆的自给自足都有积极的好处。对欧洲涂料行业来说，主要的负面结果将是成本略微上升，以及另一个阻碍化学原料自由国际贸易的壁垒的建立所带来的严重但无形的影响。

市场动态

欧洲涂料行业中最重要动态简述。在www.european-coatings.com上，您可以找到关于市场、公司、原材料和技术的更多信息。

Arkema公司在京都技术中心开设UV/LED/EB实验室

开设 Arkema公司在其京都技术中心开设了一个UV/ LED/EB技术实验室，以加强电子、新能源和电动移动领域的特种涂料和黏合剂

的开发。这次扩张旨在提升公司的投资组合，加速为本地和全球市场创造可持续发展解决方案。
www.arkema.com

J.W.Ostendorf公司和Renaulac公司出售给Fidelium Partners公司

撤资 J.W. Ostendorf公司证实，自2024年8月1日起，该公司及其子公司FLT Handelund Service和Renaulac公司出售给Fidelium Partners公司已在法律上生效。此次交易包括位于德国Coesfeld的生产工厂和大约550名员工。这标志着相关企业的所有权发生了重大变化。



来源: J.W. Ostendorf

www.jwo.com

“涂料行业需要投资开发更好的水性解决方案。”

David Dominguez, Briolf公司

Merck公司将把Surface Solutions公司出售给GNMI公司

出售 Merck公司已同意以6.65亿欧元现金将其Surface Solutions公司业务出售给Global New Material International (GNMI) 公司。此次出售包括德国、日本和美国的约1 200名员工和设施，GNMI公司计划在这些地区设立区域总部。该交易预计将于2025年完成，是Merck公司专注于其核心业务战略的一部分，而GNMI公司则



来源: Merck

加强了其在效应颜料和涂料领域的地位，特别是在亚洲市场。

www.merckgroup.com

EUROPEAN

www.european-coatings.com

COATINGS tech report

NEW!



Outdoor Wood Coatings



Deep technological and market
insights from the **EC JOURNAL**

Important fundamentals
from the **EC LIBRARY**

Cornerstone recordings from the
EC and ECS CONFERENCES



Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC Journal** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the EC Journal
- » milestone **recordings** from the EC and EC SHOW Conferences
- » must-read **book chapters** from the EC Library

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSEING ON
KEY APPLICATION!**



OUTDOOR WOOD COATINGS

Get up to speed with the latest developments in outdoor wood coatings with the new multi-media EC Tech Report!

Enter the subject of outdoor wood coatings formulation like never before, with technical articles, market insights, and essential fundamentals distilled from renowned book excerpts.

Discover the future of wood coatings with a focus on water-borne and bio-based raw materials, paving the way for sustainable, environmentally friendly solutions. Learn to better analyze and optimize coatings performance and gain the knowledge you need to develop wood coatings with unparalleled efficiency and a smaller environmental footprint.

Gain instant access to exclusive videos on the topic from the EC SHOW Conferences and stay ahead of the curve without the hassle of extensive research. The EC Tech Report delivers the latest findings directly to you – exclusively selected from the editorial team of the EC Journal.



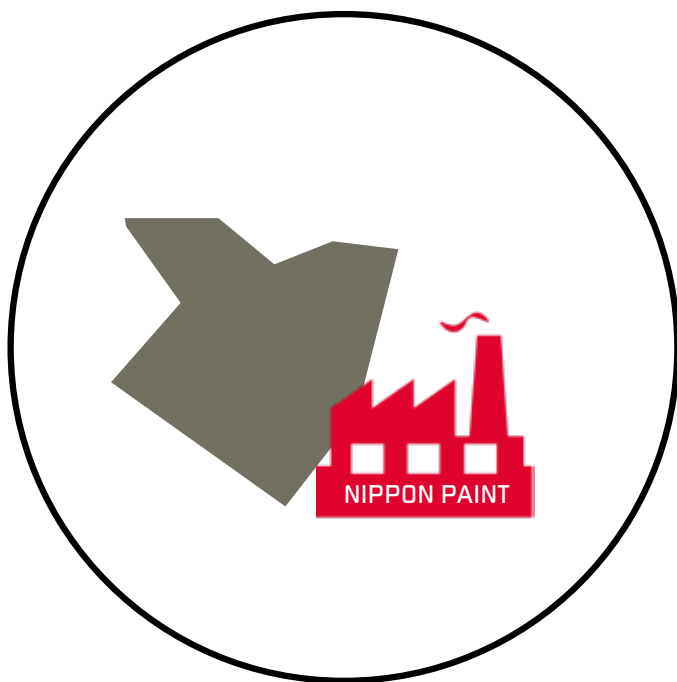
*look inside
the report
and order now.*

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop





踏足肯尼亚市场

Nippon Paint公司在内罗毕开设了一家子公司，为汽车、木器涂料和工业涂料部门提供服务

Vanessa Bauersachs

Nippon Paint公司正式进入东非市场，在肯尼亚首都内罗毕开设了办事处。

其全资子公司NIPSEA Paint Kenya将提供工业涂料、汽车涂料和木材涂料。“肯尼亚是一个充满潜力和活力的国家，Nippon Paint公司的到来标志着我们在东非拓展潜能的旅程中一个重要的里程碑，”Nippon Paint India公司董事总经理Jon Tan强调道。“肯尼亚和东非对我们来说是战略市场。我们正在加强对市场的长期承诺，并将提供更多的产品和服务，以满足不同价位的各位客户，”Nippon Paint Auto Refinishes公司高级副总裁Sharad Malhotra补充道。

Nippon Paint公司最初将建立一个分销模式，在内罗毕设立区域中心，然后扩展到其他东非国家。该公司在采取这一举措之前已经进行了成功的市场试验。

市场前景

据《商业日报》报道，涂料行业是东非最具竞争力的行业之一。该地区的一个关键国家是肯尼亚。据当地新闻网站Sledge报道，肯尼亚活跃着超过60家涂料公司。“肯尼亚的涂料行业在过去几年里蓬勃发展，这得益于全国范围内的建筑热潮，”当地建筑公司HPD Consult强调。

肯尼亚人口增长迅速。2019年人口普查统计约有4 750万居民，2024年肯尼亚国家统计局已经估计人口约为5 240万。根据德国数据平台Statista的数据，肯尼亚2023年的GDP增长率为4.97%。“肯尼亚仍然是东非的经济强国，它供应和鼓励该地区涂料行业的能力仍然很强，”Wachira Kigotho在《聚合物涂料杂志》上报道。“根据Statista的了解，到2028年，涂料、清漆、颜料和其他相关涂料的销售额预计每年增长2.86%。政府致力于在全国范围内建设经济适用房，这是促进涂料业务增长的关键支柱，”Kigotho补充道。

关于NIPSEA集团



80个生产工厂和业务线



2023年收入83.11亿欧元



超过23 000名员工

对全球涂料行业极具吸引力的市场

Nippon Paint公司并不是唯一一家最近在肯尼亚扩张的涂料制造商。总部位于斯里兰卡的JAT Holdings公司于2023年通过与肯尼亚多元化商业公司Mayleen Corp的合资企业在肯尼亚成立了“JAT Paints Africa”公司。

一年前，即2022年6月，AkzoNobel公司宣布了收购Kansai Paint公司非洲涂料业务的意向。Kansai Paint公司在非洲12个国家开展业务，区域合并收入约为2.8亿欧元。然而，这笔交易没有成功。在竞争委员会否决了这笔交易，并对收购施加了进一步的条件后，两家公司决定不进行收购。AkzoNobel公司首席执行官Greg Poux-Guillaume在评论这一决定时表示：“令人失望的是，这一有意收购无法继续进行，但我们仍然致力于我们在非洲的强大业务和领先品牌。”

Nippon公司近期的其他投资

最近Nippon Paint公司也在其他市场扩张。去年，Nippon Paint公司的子公司NP Auto Refinishes收购了泰国的D-Act公司，以扩大其在泰国汽车修补和商用车涂料行业的市场份额。此外，该公司还进一步巩固了其在印度的地位。

FOR YOUR EARS ONLY!

Coatings insights to go: listen to our podcast!

www.european-coatings.com/podcast

Want some background information on the latest trends and developments in the coatings industry?

Tune in to the monthly EC Podcast and listen to our experts talking about the industry's most recent technical developments, market trends and challenges.

LISTEN ON:



PRESENTED BY

MUNZING 
CREATING ADDITIVE VALUE

EUROPEAN
COATINGS podcast

www.european-coatings.com/podcast


VINCENTZ

来源: Anette - stock.adobe.com





功能涂料

12 市场报告

驱动功能涂料和智能涂料的关键趋势是什么？最有前景的应用是什么？
Kirsten Wrede

16 专家之声

Markus Hallac, Evonik公司, Carsten Becker-Willinger博士, 莱布尼茨新材料研究所

18 技术论文

可膨胀微球与胶体二氧化硅之间的协同作用
Peter Greenwood, Jan Nordin, Nouryon公司, Vladimír Špaček, Synpo公司



需求日益增加

驱动功能涂料和智能涂料的关键趋势是什么？最有前景的应用是什么？

Kirsten Wrede

我们采访了市场研究人员和行业专家，以让您了解功能涂料创新领域的现状。自清洁、抗菌、防污和超疏水涂料被确定为这些涂料中最重要的类型，而市场正受到能源和汽车部门日益增长的需求的推动。



市场规模

Transparency Market Research (TMR) 公司估计2023年全球功能涂料市场规模为440.3亿欧元，欧洲市场规模为119.1亿欧元。

我们建立了一个在线调查，询问涂料专家，他们认为哪种功能涂料是最重要的，以及他们认为该领域最有前途的应用是什么。大约60名受访者在2024年7月完成了调查，让我们对人们的观点有了一个很好的了解（图1）。虽然有多种选择，但48%的参与者认为自清洁涂料是最重要的功能涂料类型，其次是抗菌（47%）、防污（40%）、超疏水涂料（38%）和自修复涂料（36%）。其他功能涂料类型包括防冰（31%）、导电（29%）、防涂鸦（22%）和变色（7%）。也可以提出其他选择，其中一些是：

- 防尘
- 阻燃
- 空气质量管理
- 磨损/侵蚀防护
- 增强的紫外线稳定性
- 能量管理
- 防腐
- 光催化
- 自分层

- 隔离/减声

当被问及功能涂料最有前景的应用时，给出了各种各样的回答，包括抗菌和防腐（多次提及）、自修复、自清洁、建筑和玻璃涂料、防冰和防污（都多次提及）、更安全的交通环境、家用商品、防涂鸦、电动汽车、汽车传感器涂料、防火涂料和太阳反射涂料。

为表面提供额外功能

PPG公司科学与技术部助理研究员 Calum Munro 就功能涂料领域的关键趋势和挑战评论道：“目前，涂料为表面提供额外功能的趋势日益增长——例如，我们的客户越来越关注那些能提高安全性、生产率并减少环境影响的产品。”

正如Munro所说，一些功能涂料已经无处不在，以至于被认为是理所当然的。在他看来，这些包括炊具上的不粘涂料；电子设备屏幕上的防蓝光和防指纹涂料；眼镜上的防反射、防污和紫外线引起变暗

的光致变色涂料；在木地板、金属走道、混凝土楼梯和船甲板上使用的防滑、耐磨和抗划伤涂料；在车辆内部使用的减声和隔音涂料。

“我们正在帮助将许多功能涂料扩展到新的应用中，”Munro补充道。“例如，电致变色涂料正在从自动调光后视镜扩展到飞机窗户。智能手机屏幕上的防眩光和防指纹涂料，以及使这些屏幕“智能”和互动的电容触摸涂料，在乘用车等应用中变得越来越普遍。旋钮、按钮、开关、仪表和刻度盘正被具有智能功能涂料的屏幕所取代。”

气候变化、脱碳目标和可持续发展目标

据Munro称，该公司还支持加速采用

现有的功能涂料，由于气候变化、脱碳目标和可持续发展目标，这些涂料现在越来越重要。例如，太阳能热控制涂料有助于降低建筑和交通的能源消耗和冷却成本，创造凉爽的屋顶、墙壁、飞机、汽车，甚至还有帮助冷却人行道、甲板 and 游泳池周围环境的涂料。

Munro还谈到了一个关键的挑战：“一些传统的不粘、防指纹、防水、减声和防污技术依赖的成分受到监管压力。这为我们提供了可持续发展优势解决方案的机会，这些方案在解决这些问题的同时仍保持所需的功能，经常为我们的客户提供额外的生产效率。”

法规和合规性具有挑战性

N-Tech Research公司的专家们也同意这一点：“监管合规和应对严格的环境和

安全法规也是一个挑战。公司必须在其配方和工艺中平衡创新，以符合不断变化的标准。”

说到挑战，N-Tech Research公司强调成本仍然是这类涂料的一个问题。“与更传统的解决方案相比，前期成本溢价可能会影响用户的购买决策。要证明其使用价值，需要进行明确的分析，以证明可节省成本、减少停机时间、提高运营效率和满足法规要求。制造商大规模生产，因此将新产品引入增加了挑战。”

研究人员认为，对更快创新周期的需求是另一个重大挑战。“创造、开发新材料和解决方案既昂贵又耗时。智能涂料很大程度上是由材料科学的进步所驱动的，因此测试和开发是耗时的，希望提供产品的公司必须有一个长期的观点，这并不总是与财务操作一致。”

GET YOUR DAILY DOSE OF INSPIRATION

Your comprehensive all-in-one guides to the most important coating topics!

www.european-coatings.com/shop

Imagine if you could get all the latest relevant articles, book sections and videos on a topic with just one compact collection of knowledge.

EC Tech Report offers you exactly that!

Thanks to the digital format, it is always at your fingertips. No need to spend hours trawling the internet, it all comes to you at a glance.

**SAVE TIME AND MONEY
WHEN LEARNING NEW TOPICS!**
WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/SHOP



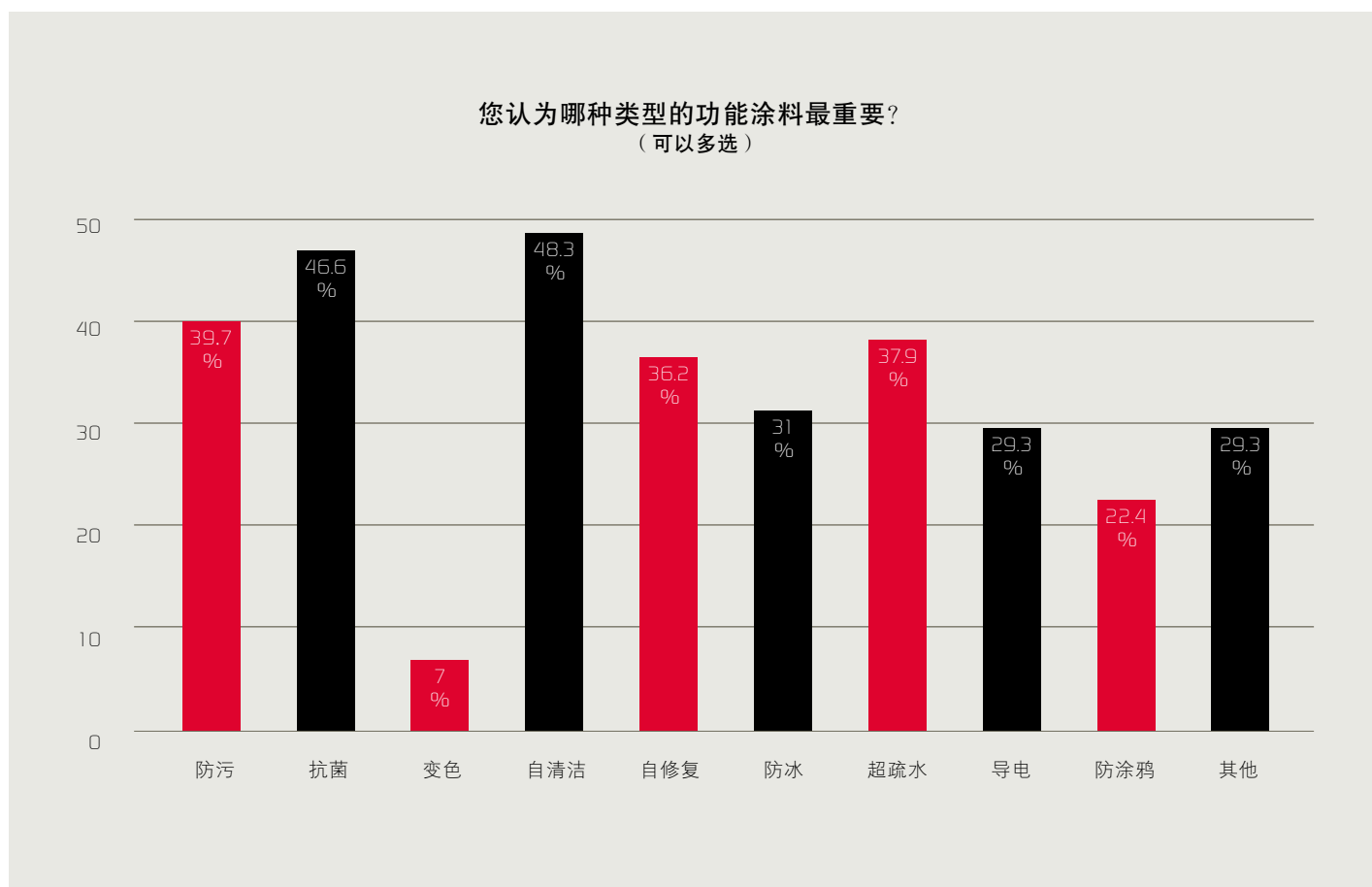
EUROPEAN
COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



VINCENZ

表1 大约60名受访者在2024年7月完成了在线调查，让我们对人们的观点有了一个很好的了解



TMR公司的市场研究人员认为，纳米涂料的兴起是该市场的一个关键趋势：“功能涂料行业正在经历纳米涂料研究和应用的激增。这些纳米工程涂料具有独特的性能，如增强的强度、抗划伤和紫外线防护。这一趋势是由包括电子、汽车和航空航天在内的各个部门对高性能材料日益增长的需求推动的。”

研究人员还认为智能涂料是功能涂料的趋势：“功能涂料市场正在拥抱智能涂料的概念。这些先进的涂料集成了传感器和额外的功能，使它们能够对环境变化立即做出反应。这一创新为防伪措施、自清洁建筑立面和自修复表面开辟了令人兴奋的可能性。”

具有响应性能的涂料

N-Tech Research公司也同意这一观点：“具有响应特性的涂料对化学和涂料行业越来越有吸引力。在可持续发展、环境问题、监管压力、效率和成本降低等高层

因素的推动下，这类涂料正在以越来越快的速度扩大其市场足迹。”

当被问及推动功能涂料市场的应用时，PPG公司的Calum Munro认为新的移动生态系统尤其为功能涂料提供了丰富的机遇。“我们正处在人和事物移动方式的不断剧变之中，‘ACES’市场趋势（自动、互联、电气化和共享）突出了这一点，这些变化正在影响支持新出行方式并推动功能涂料需求的交通、基础设施和能源行业。”

向电气化车队的转变推动了对功能涂料的需求，既包括车辆传动系统，也包括支持它们的基础设施。

“各种因素正在推动功能涂料市场的发展，”TMR公司的研究人员说。“然而，关键因素是汽车行业对耐腐蚀性、美观饰面和提高汽车零部件耐用性的需求不断增加，以及越来越多地倾向于使用隔离涂料的环境友好包装以减少塑料废物。”

据N-Tech Research公司称，“在汽车行业，防腐蚀、自修复、自清洁和美观增

强的智能涂料最为常见；这些涂料有助于延长车辆使用寿命，降低维护成本，因此具有很高的价值。随着电动汽车的普及以及豪华车和皮卡车价格的上涨，人们对节能和高端功能的需求也在增加。”

前景

“功能涂料最大的未来潜力在于能源，”PPG公司的Calum Munro强调。他认为三个领域有机遇：清洁和可再生能源的生产；电力储存和分配；以及有效的电力使用。“随着行业对涂料的要求越来越高，以支持实现其目标，对这些涂料的需求只会增加，”N-Tech Research公司的专家补充道。“在材料科学和智能涂料方面的持续研发将创造更多的解决方案，以满足市场和政府的需求和指令。可持续发展、碳减排、产品创新和成本降低将保证对这些涂料的需求。”

»» DIVE DEEPER!

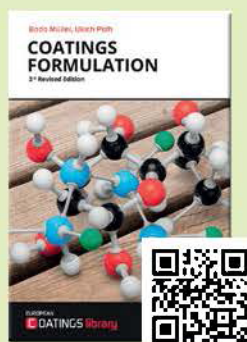
Take a plunge into the EC Library
and explore the vast collection of expert
knowledge on coatings technology!



The EC Library covers it all!

- » key coatings raw materials
- » cutting-edge formulation expertise
- » major fields of application
- » insights in testing and measuring
- » basics for industry newcomers

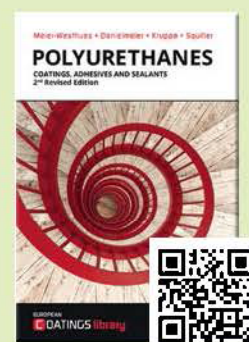
Check out these bestselling titles:



COATINGS
FORMULATION



ADDITIVES FOR WATER-
BORNE COATINGS



POLYURETHANES

EUROPEAN

C OATINGS library

www.european-coatings.com/shop



两个问题，两个答案：

1 在一个完美的世界里：您希望看到哪些功能，它将解决哪些（潜在的）问题？

2 行业中相对新的技术（例如石墨烯）对新功能的开发有多重要？

1 我从事烘焙用具和炊具涂料行业已经近40年了。这个细分市场也使用了我在80年代遇到的第一种功能涂料。这些产品必须让最终用户省事的使用。多年来，PTFE越来越受欢迎，但由于对PFAS的担忧，现在正受到审查。我希望我们能够用基于硅树脂的替代技术或其他耐热且适合的产品组合来替代PTFE的不粘性能。

由于重大的监管影响，解决方案具有挑战性，但我相信会出现能够完成任务的产品。解决方案的关键要素是详细理解所有有助于实现预期效果的机制。基于这个例子，树脂和微结构的独特组合是不粘涂料成功的关键。

2 对于涂料行业来说，专注于新行业是非常重要的。开发新的效果可能很有趣，但坦率地说，将这些新效果转移到涂料中往往是很困难的。这个挑战使我们涂料配方师的生活变得非常有趣，并促使我们不断努力寻找市场解决方案。

一个突出的例子是热绝缘。随着电动车出行的预期强劲增长，未来几年对锂离子电池的需求预计将大幅增加。这一趋势伴随着严格的安全标准，要求在电动汽车中使用隔热屏障。其目标是降低电动汽车电池中罕见但危险的热失控事故导致火灾风险。热失控可能由短路、电池单元故障或外部机械故障引发，从电池单元开始。

“PTFE越来越受欢迎，但现在正受到审查。”



Markus Hallac
热管理涂料
Evonik公司
markus.hallack@evonik.com

来源: kimtaro2008 - stock.adobe.com



在电池盖上涂覆耐火涂料是降低热失控事故风险的一种方法。同样，这些涂料可以限制可燃或热敏基材，如木材或塑料。热绝缘涂层可使木材在建筑应用中得以使用，否则其易燃性会限制其使用。同样的应用扩展也适用于聚合物，其中功能涂料可以为涂料行业带来新的用途。 ❸

活动贴士

EC会议
理解PFAS和重新设计不含PFAS的涂料配方

2024年11月18-19日 | 德国科隆

PFAS——全氟化和多氟化化学物质——是合成的氟化合物，一组超过10 000种物质，具有无与伦比的技术性能。由于稳定的碳氟键，它们能排斥水、污垢和油脂。过去几年里，当局分析了各种PFAS，评估了它们的应用和潜在危害，制定了禁令草案。在本次会议上，国际专家将报告PFAS和替代品的最新发展和创新。

www.european-coatings.com/events



来源: Cornugero Silvana (middle), Sergi (right)

1 在涂料领域，自修复行为多年来是一个突出的话题。然而，提供具有适当机械损伤自修复特性的硬涂层仍然是一个挑战，因为硬度需要足够的交联，而自修复则需要一定的分子流动性以允许黏弹性回流行为。

对于防腐涂料，如果机械损伤延伸至金属基材，裸露的金属暴露于空气中，最好将机械自修复与活性无重金属腐蚀保护（钝化）相结合。如针对多功能涂料，过去已经尝试了许多方法来开发此类解决方案，但最终用户通常面临着一个不理想的最最终性能折衷。对于重型应用，过去已经成功开发了各层具有特定功能特性的多层涂料，以满足复杂的要求，但它们需要多个后续的涂装步骤，在各层之间形成优异的界面黏附性，这是一个耗时且成本高昂的过程。

在一个完美的世界里，真正的自修复材料，比如那些在自然界中发现的材料，是理想的，不仅用于医疗应用，而且用于技术或工程应用。当然，自然界在环境温度下产生非常复杂的材料和结构，目前对于需要在使用过程中具有较高温度稳定性的技术应用来说仍然是一个重大问题。

然而，鉴于自然界中有许多生物能够在非常恶劣的条件下生存，生物学方法在未来可以被用来实现成功的技术发展，也不是不现实。

“涂料行业有时不愿意快速整合新技术。”



Carsten Becker-Willinger博士
创新中心主管
莱布尼茨新材料研究所
carsten.becker-willinger@leibniz-inm.de

2 在大多数情况下，新兴技术之所以引起业界的兴趣，是因为它们有可能创造新的独特卖点，增加改进材料或涂料的市场份额。然而，例如涂料行业有时不愿意快速整合新技术，因为目前有许多好的涂料材料可以满足要求，并且在优化的工艺中得到很好的应用。新技术和新材料需要证明它们能够提供精确和有竞争力的结果，因为工业喜欢依赖经过验证的技术来确保产品满足要求，并能在市场上销售。最终，新材料必须比现有基准便宜**30%**或好**30%**，并且必须能够可重复地以所需的规模制造。所以新的效果很好，但材料解决方案需要仔细优化。这要求工业界投入时间和资金进行研究，因为新材料必须跨越从基础研究到市场的许多学科，如化学工程和生产技术。此外，平衡新材料的性能是复杂的工作。在这一发展过程中，很少有材料的发明突破了工业需求的瓶颈。瓶颈还可能是，这些材料只能通过目前无法获得的生产技术获得，或者未在想要利用新效果的特定行业中使用。





弹性和自清洁聚氨酯分散体

可膨胀微球与胶体二氧化硅之间的协同作用

Peter Greenwood, Jan Nordin, Nouryon公司, Vladimír Špaček, Synpo公司

高质量聚氨酯基涂料通常用作防水涂料,以承受多年的恶劣天气条件。通过结合可膨胀微球和硅烷改性胶体二氧化硅这两种技术,设计出具有良好附着力、低开裂倾向、优良水蒸气传输率、防积垢性和成本效益的弹性屋顶膜配方。

弹性防水涂料被配制和设计成超高性能、无缝、永久性、弹性屋顶防水膜。这些涂料具有优化的太阳反射性能,也被称为弹性凉屋顶涂料^[1-9]。凉屋顶涂料通常使用赋予涂料弹性特性的基料配制。涂料应具备在极端温度循环中随基材移动的能力,不会开裂或脱落。涂料还应承受多年的天气条件,保持无污垢和污染。这些涂料配方通常基于高质量丙烯酸或聚氨酯基料,或两者的组合。Nordin等人最近

的出版物^[6]表明空心低密度热塑性微球可以作为填料用于丙烯酸基弹性凉屋顶涂料,以改善涂料的一些重要性能。与矿物填料相比,这些低密度的球形热塑性填料在给定的颜料体积浓度下赋予涂料更好的弹性性能^[7]。此外,这些微小的低密度微球有助于降低涂料的重量,并对太阳辐射的反射产生意想不到的强烈影响,从而降低建筑物的外表面温度,减少维持室内舒适所需的空调需求^[9]。2020年,二氧化钛的消费量约为645万t^[10]。减少涂料中TiO₂含量的一种方法是用微小的热塑性空心微球按体积替代CaCO₃填料^[7-9]。这种高反射填料体系允许降低中到厚涂层涂料应用中的颜料含量。

2019年,Nordin等人^[8]提出了令人信服的结果,表明在丙烯酸基弹性凉屋顶配

方中添加表面改性二氧化硅纳米颗粒,可以改善防积垢性。作者声称,这些表面改性二氧化硅纳米颗粒会迁移到涂料表面,影响表面能量和黏性,而不会损害涂料的弹性。二氧化硅纳米颗粒向界面的迁移对附着力也有积极影响。

在本研究中,我们选择调查热塑性空心微球和表面改性二氧化硅如何影响聚氨酯基弹性凉屋顶涂料的重要性能。我们展示了涂料的弹性、强度、附着力、水蒸气渗透性和防积垢性方面的结果。

涂料原材料

弹性凉屋顶涂料是基于“Alberdingk U 228 VP”聚氨酯分散体(PUD)配制的。评估了不同填料组成对附着力、延伸率和

结果一览

- 高弹性涂料能够抵抗污垢的吸附。
- 如果将特殊微球与硅烷改性二氧化硅结合，可以产生功能屋顶涂料配方。
- 热塑性微球改善水蒸气渗透性。
- 改性纳米颗粒有助于使涂料表面更亲水，黏性更小。
- 微球降低对钢基材的附着力，但使涂料更具弹性。表面改性二氧化硅纳米颗粒弥补了附着力的损失。

强度的影响。评估了表面改性二氧化硅纳米颗粒的防积垢性。参考涂料是用CaCO₃填料和TiO₂颜料制备的，颜料体积浓度(PVC)为0.26(见表1)。还制备并评估了将CaCO₃按体积替换为热塑性微球的涂料，通过添加更多微球填料来增加PVC。还评估了在不同涂料配方中添加表面改性二氧化硅纳米颗粒。表1总结了本研究中评估的涂料配方，所有配方均为参考配方的变体。

本研究中评估的微球平均直径为20 μm，密度为0.036 kg/dm³，油吸收量为49 g/100 ml^[11]。“Levasil CC301”是表面改性二氧化硅纳米颗粒的水性分散体，平均粒径为7 nm^[12]。

基于PUD的涂料使用直径为6.5 cm的Cowles盘混合。500 g配方在2 500 r/min下分散10 min进行研磨料混合，然后在850 r/min下再分散20 min进行稀释。

涂料评估

动态黏度根据ASTM D2196，使用TA Instruments DHR 2流变仪(CP25，剪切速率1 s⁻¹)在新制备的材料上测量，分别在室温下放置一个月后和50 °C下放置一个月后进行。

干涂料的拉伸性能根据ISO 527-3评估，测量了断裂伸长率和拉伸强度。每种配方的6个重复样本中有一半在“Q-Sun Xe 3 HS”中按照ISO 16474-2在过滤氙弧灯下进行加速老化，相当于1 000 h。对未暴露和暴露的涂料进行测量。测试样本为自由膜，与类型5(ISO 527-3)对应。低温柔韧性在铝基材(铝板，厚度0.8 mm)上评估。涂装在铝基材上的涂膜平均厚度为232 ± 49 μm。样本随后在实验室环境中进行人工加速老化(ISO 16474-1)。在氙灯下老化1 000 h后，样本在50 °C和50%相对湿度下放置120 h，然后在-26 °C下放置一天。结果对应于按照ISO 1519进行的圆柱弯曲测试中没有可见裂纹的最小心轴直径。撕裂强度根据ASTM D624测试，使用Adamel-Lhomargy DY 36拉伸测试机和T型或裤子撕裂强度进行测试。湿和干附着力根据ISO 8510-2测试，涂料通过刷涂方式涂装在钢基材上。涂料对水泥板的附着力根据ASTM D903评估。

自支撑涂料的水蒸气传输性能采用干

盘法进行测试。涂料样本根据EN 23270，在23 ± 2 °C和50 ± 5%的相对湿度下放置36天。自由涂料膜的重量通过称重确定，涂料厚度根据ISO 2808方法2B确定。

所有12个不同的涂料配方涂装于铝基材(样本尺寸为100 x 50 mm，铝板厚度为0.8 mm)。制备的样本在实验室条件下放置约40天。用疏水(黑色)和更亲水(红色)的污垢评估了防积垢性。制备了碳黑和氧化铁红颜料的水性浆料，放置在制备样本的表面上，干燥24 h。带有干燥颜料的样本在流动水下用软布冲洗，以模拟降雨。污染区域用布擦拭20次。然后使用浓度为2.5 g/L的十二烷基苯磺酸钠(SDBS)溶液重复此过程，以模拟手工清洗。使用“X-Rite光谱仪CI62”测量清洁样本的总颜色变化ΔE。呈现了3个测试样本的平均数据。防积垢性在未暴露的涂料表面和根据ISO 16474-1进行1 000 h加速老化的表面上测量。

样本的总太阳反射率(TRS)在300到2 500 nm的波长范围内使用“Perkin-Elmer光谱仪Lambda-900”测定，该光谱仪配备了积分球，ASTM E903方法和ASTM G173为太阳光参照。样本固定在钢基材上。

弹性好，黏性更小

图1 老化前的断裂伸长率(黑色)和老化后的断裂伸长率(红色)。配方5~12含“Levasil CC301”

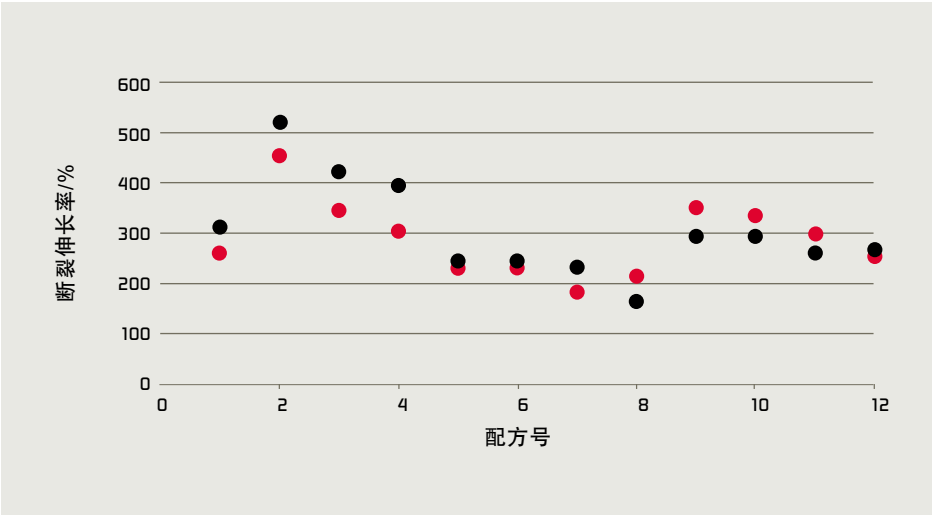


表1 本研究中评估的12个不同配方的数据。所有配方均基于表左侧含CaCO₃填料的参考配方

1号——参考配方					配方	备注
原材料	量	固体分	干重	干体积	1	参考配方 CaCO ₃ : 18.8% (体积分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 60.00% (质量分数), 52.64% (体积分数)
研磨料					2	CaCO ₃ 替换为“Expancel”微球 “Expancel” 0.188% (体积分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 50.11% (质量分数), 52.63% (体积分数)
“Alberdingk U 228 VP”	40.00	60.00	24.00	21.82	3	CaCO ₃ 按体积替换为微球 微球 22.6% (体积分数) PVC: 29.0% (体积分数), 总固体分: 49.00%, 52.27% (体积分数)
“Tego Airex 901 W”	0.40		0.00		4	CaCO ₃ 替换为微球 微球 25.8% (体积分数) PVC: 32.6% (体积分数), 总固体分: 47.91% (质量分数), 52.26% (体积分数)
“Orotan 165”	1.50		0.00		5	参考配方和“Levasil”二氧化硅添加 “Levasil CC301”, 2.5% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 60.00%, 52.7% (体积分数)
“AMP 90”	0.10		0.00		6	参考配方和二氧化硅添加 CC301, 5.0% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 60.00% (质量分数), 52.8% (体积分数)
“Omyacarb 10-GU”	23.30	100.00	23.30	8.60	7	参考配方和二氧化硅添加 CC301, 7.5% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 60.00% (质量分数), 52.8% (体积分数)
“Finntalc M15”	7.00	100.00	7.00	2.55	8	参考配方和额外高二氧化硅添加 CC301, 10.0% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 60.00% (质量分数), 52.9% (体积分数)
“Kronos 2190”	2.00	100.00	2.00	0.51	9	微球填料和二氧化硅 微球 15.0% (体积分数) + CC301, 2.5% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 52.77% (质量分数), 52.64% (体积分数)
调漆			0.00		10	微球填料和二氧化硅 微球 15.0% (体积分数) + CC301, 5.0% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 52.71% (质量分数), 52.64% (体积分数)
“Alberdingk U 228 VP”	22.30	60.00	13.38	12.16	11	微球填料和二氧化硅 微球 15.0% (体积分数) + CC301, 7.5% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 52.62% (质量分数), 52.64% (体积分数)
“NX 795”	3.00		0.00		12	微球填料和二氧化硅 微球 15.0% (体积分数) + CC301, 10.0% (质量分数) PVC: 26.0% (体积分数), 总固体分: 52.49% (质量分数), 52.64% (体积分数)
“Tego Airex 901 W”	0.40		0.00			
“Expancel 461WE20”	0.00		0.00			
水	16.14		0.00			
“Levasil CC301”	0.00	28.00	0.00			
总计	116.14		69.68	45.64		
总固体分/%	60.00					
体积固体分/%	52.64					
PVC	0.26					

表2 二氧化硅的表面富集

配方	软表面/%	硬表面/%
10	65.1	34.9
11	50.2	49.8
12	46.8	53.2

黏度主要是为了控制目测量，但本文将不详细呈现结果。一般来说，所有样本在50 °C下存放1个月后黏度降低，表明储存稳定性良好（即没有胶凝）。

涂料的拉伸性能受填料选择影响很大。当碳酸钙填料按体积替换为热塑性微球时，断裂伸长率从260%几乎翻倍至515%。结果还表明，使用热塑性微球作为填料时，PVC可以从0.26增加到至少1.33，而不会损害涂料的弹性（见图1和图2）。

材料的拉伸强度似乎存在相关性，表明更具弹性的材料通常较弱，在更高的变形下断裂。这些结果也与之之前发表的丙烯酸弹性屋顶涂料的结果相符^[7]。热塑性空心微球的弹性可能有助于保持基料的弹性。对于PVC较高的两种涂料，老化对拉伸强度的负面影响出乎意料地大，与对

断裂伸长率影响的相关性较弱。所有配方都具有良好的柔韧性和强度，符合ASTM D-6083中规定的要求。向涂料配方中添加胶体二氧化硅似乎可以最小化甚至逆转涂料老化对柔韧性和强度的影响，如图1和图2所示。

已知积垢与涂料的弹性之间存在相关性^[8]。这一观察结果也得到了本研究结果的支持。这意味着，用热塑性微球替代无机填料在一定程度上会对防积垢性（DPUR）产生负面影响。这是合乎逻辑的，因为弹性涂料通常是黏的，而黏性更大的涂料更容易积垢。总颜色变化的结果（图3）显示，添加表面改性胶体二氧化硅显著增强了防积垢性。这是在不牺牲涂料弹性的情况下实现的。Nordin等人^[8]也报告了对丙烯酸弹性屋顶涂料的类似效果。对这个效果的解释是，表面改性二氧

表3 TSR——总太阳反射率

配方	总太阳反射率/%
1	69.0
2	75.9
3	76.2
4	76.0
5	72.4
6	71.7
7	71.7
8	71.2
9	74.6
10	75.4
11	75.3
12	75.5



Meier-Westhues + Danielmeier + Kruppa + Squiller

POLYURETHANES
COATINGS, ADHESIVES AND SEALANTS

The chemistry of polyurethane coatings is of great significance in many applications worldwide. Moreover, their development potential has yet to be exhausted by any means. New applications are being identified and the product range will be further development.

The book provides a comprehensive overview of the chemistry and the various possible application fields of polyurethanes. It starts by illustrating the principles of polyurethane chemistry, enabling the reader to understand the current significance of many applications and special developments.

Newcomers learn about the key concepts of polyurethane chemistry and the main application technologies, while experienced specialists will value the insights on current trends and changes.

2nd revised edition, published in 2019
448 pages, 165 x 225 mm

available as
printed hardcover ebook



Order
now!

化硅纳米颗粒在涂料干燥前向界面扩散，从而在表面（界面）处形成纳米颗粒的富集。改性纳米颗粒有助于使涂料表面更亲水且不黏，从而帮助水冲洗掉原本会粘在表面的污垢。对疏水性污垢（碳黑）和亲

水性污垢（氢氧化铁）都有效果。

二氧化硅的表面富集也被观察到（表2，图4）。二氧化硅负载的增加显著提高了表面富集二氧化硅占硬表面的百分比。这与防积垢性的改善相对应，特别是

对于亲水性污垢（红氧化铁）。

通常认为Expancel微球能提高丙烯酸凉屋顶涂料的总太阳反射率（TSR），尤其是在近红外（NIR）区域^[9]。对于PUD体系似乎也是如此，比较2号和10号与1号和6号。添加胶体二氧化硅提高了涂料的总太阳反射率，特别是在可见光范围内，比较1号和6号。硅烷改性胶体二氧化硅是众所周知的TiO₂分散剂^[13, 14]，TiO₂颜料分散更好可能是TSR提高的原因，因为粒径为7 nm的胶体二氧化硅本身不会在更大程度上散射光（表3，图5）。④

图2 老化前的拉伸强度（黑色）和老化后的拉伸强度（红色）

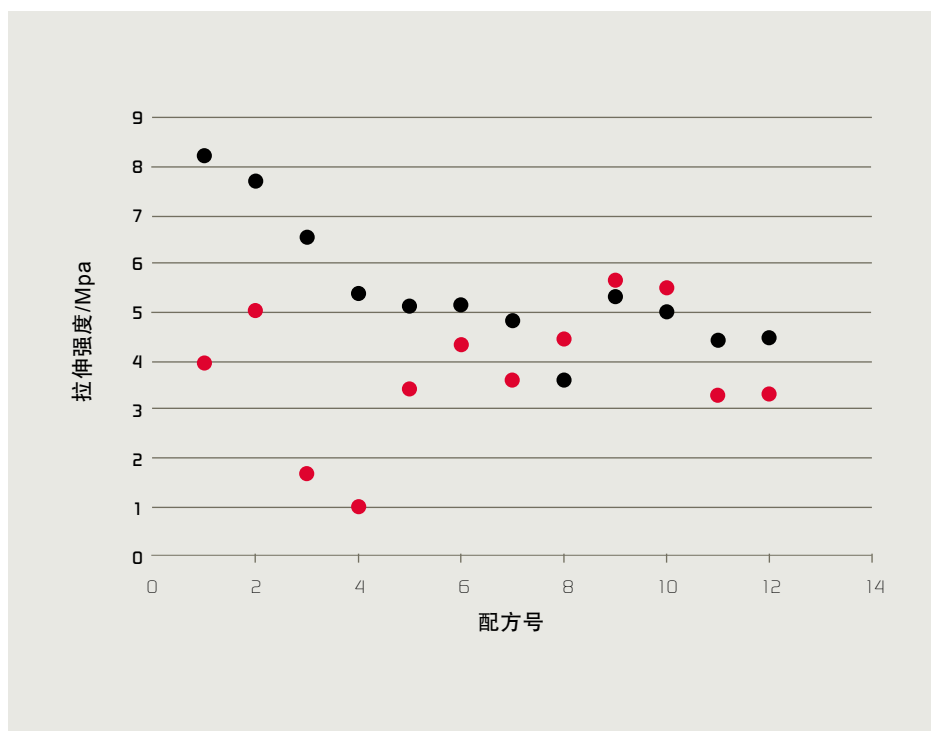
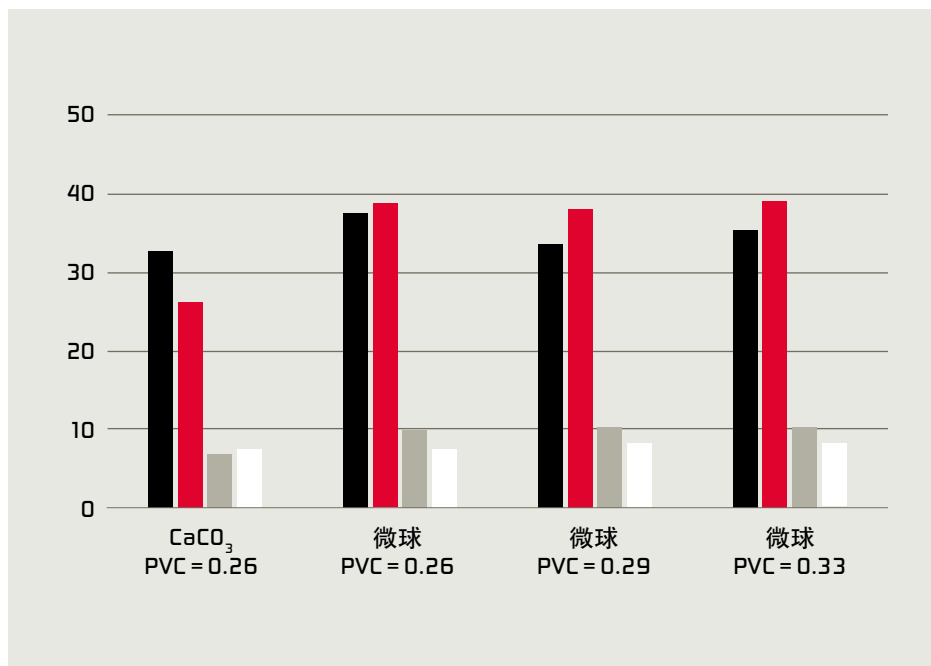


图3 黑色和红色污垢的DPUR (ΔE) 数据。左侧的两列（黑色和红色）是用水冲洗后的数据，右侧的两列（灰色和白色）是用SDBS水溶液冲洗后的数据。涂料使用碳酸钙填料（PVC=0.26），CC301含量递增



参考文献

- 1) Lucero-Àlvares, J., Martin-Domingues, I. R., Rubin-Zacarias, F. R., Ledezma-Gallegos, A., Alarcon-Herrera, M. T., Experimental comparison of heat flow through concrete roofing flagstones with different coatings, Proceedings, ISES Solar World Congress 2011
- 2) Akbari, H., Konopacki, S. Pomerantz, M., Cooling energy savings potential of reflective roofs for residential and commercial buildings in the United States", Energy 1999, 21, 391-407
- 3) Akbari, H., Measured energy savings from the application of reflective roofs in two small non-residential buildings, Energy 2003, 28, 953-967
- 4) Jo, J. H., Carlson, J. D., Golden, J. S., Bryan, S., An integrated empirical and modelling methodology for analyzing solar reflective roof technologies on commercial buildings, Building and Environment, 2010, 45, 453-460
- 5) Carter, G., Issues and solutions to more realistically simulate conventional and cool roofs, Ecolibrium 2012, 6, 30-39
- 6) Lucero-Àlvares, J., Martin-Domingues, I. R., Energy savings through solar reflectance and thermal insulation on roofs of residential and non-residential buildings in Mexico, Proceedings, ISES Solar World Congress 2016
- 7) Nordin, J., Sandin, O. and Naden, B. J., Cool roofs and hollow microspheres, European Coatings Journal 2019, 05, 20-24
- 8) Nordin, J., Sandin, O. and Greenwood, P., Hollow thermoplastic microspheres in elastomeric cool roof coatings, CoatingTech 2019, 16, 20-26

- 9) Sandin, O., Nordin, J. and Jonsson, M., Reflective properties of hollow microspheres in cool roof coatings, J. Coat. Technol. Res. 2017, 14: 817
- 10) European Coatings, "Recent and current developments in the titanium dioxide market", www.european-coatings.com/news/markets-companies/recent-and-current-developments-in-the-titanium-dioxide-market/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=LA_EC_red_NL_2022_03_25_2.
- 11) Product Specification "Expancel" Microspheres. "Expancel" WE. Edition 2019.02 Nouryon Pulp and Performance Chemicals AB.
- 12) Product Data Sheet "Levasil" CC301. Edition 2021-8-18. Nouryon Pulp and Performance Chemicals AB
- 13) Greenwood, P. Modified silica sols: Titania dispersants and co-binders for silicate paints, Pigment & Resin Technology 2010, 39, 315-321
- 14) Löf, D., Hamieaub, G., Zalichc, M., Ducherb, P., Kynded, S., Midtgaard, S., Parasidac, C.F., Arlethd, L., Jensen, G.V., . Dispersion state of TiO_2 pigment particles studied by ultra-small-angle X-ray scattering revealing dependence on dispersant but limited change during drying of paint coating, Progress in Organic Coatings 2020, 142, 105590



Peter Greenwood博士
Nouryon公司
peter.greenwood@nouryon.com

图4 样本11的SEM图, 1.5 μm

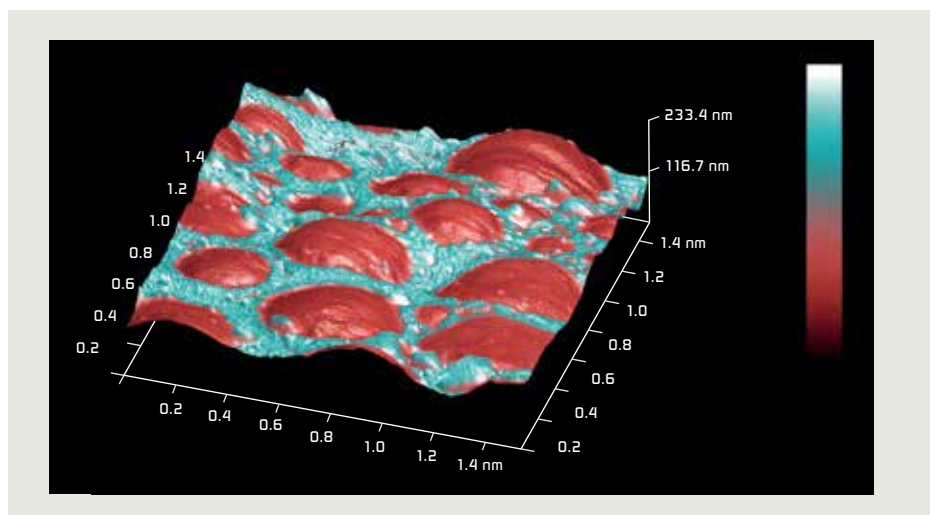
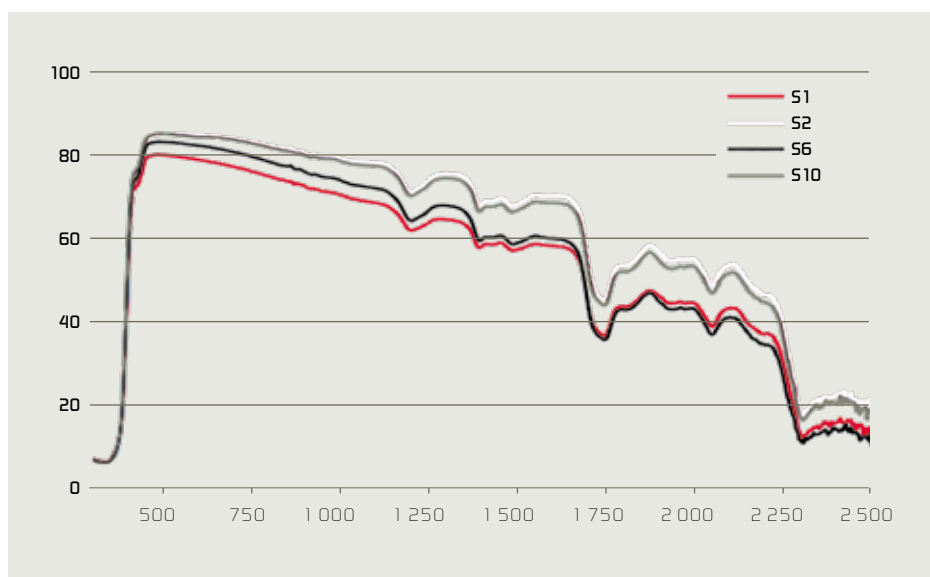


图5 TSR——总太阳反射率



Find out more!



96 search results for **cool roof!**
Find out more: www.european-coatings.com/360



新型表面活性剂的性能前景广阔

无硅酮星型表面活性剂在水性金属直涂（DTM）应用中的表现

Ralf Knischka博士，Frank Pirrung博士，Elena Martínez博士，Clemens Auschra博士，BASF公司

星型表面活性剂是单链和双子表面活性剂的下一个进化步骤。本文中，我们比较了新型无硅酮非离子星型表面活性剂，特别是在各种水性DTM配方中的润湿和泡沫稳定性方面。总体而言，不同配方的结果与高端双子表面活性剂相当或更优。

涂装表面的原因多种多样，包括美观和防护。例如，为了防止腐蚀，确保具有优良附着力的连续膜特别重要。涂膜与基材之间所需的附着力只能通过液体涂料配方对基材的优良润湿来实现。液体涂料的表面张力比基材的表面张力低，是实现优良基材润湿的决定性因素。添加表面活性剂是一种降低涂料表面张力的简单方法^[1]。这降低了液体涂料在基材上的接触角，使涂料能够更均匀地铺展和流动，从而形成无缺陷的涂膜。铺展可以使用杨氏方程（ $\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos\Theta$ ）计算^[1a]。

因此，基材润湿剂或表面活性剂是现代涂料配方中不可或缺的助剂。对于水性涂料而言尤其如此，因为基材的表面能与液体涂料配方之间本质差异更大。

可以选择一系列不同的产品，从氟化分子、硅酮到烃基表面活性剂。这些产品在表面张力降低程度、动态行为和泡沫稳定倾向方面各不相同^[2]。一般来说，它们由一个分子中的亲水部分和疏水部分组成。

双子表面活性剂的特点是其临界聚集浓度（CAC）远低于传统的单链表面活性剂，从而导致表面活性高。根据文献，这与头部基团的化学连接有关，导致两个单链表面活性剂连接在一起^[3]。双子表面活性剂也可以被视为向寡聚表面活性剂（包括星型产品）迈出的第一步（图1）^[4, 5]。

对于本研究，我们考察了具有星型分支的寡聚烃基表面活性剂，它们具有亲水核心和疏水外壳。我们将它们的性能与市售双子型和标准单链表面活性剂在CAC、表面能降低、动态行为和泡沫稳定性方面进行了比较，特别关注了水性金属直涂（DTM）涂料。这一涂料行业的涂装趋势日益重要^[6]。从多层涂装转向单层法具有挑战性。在考虑高腐蚀等级（如C4和C5）时，多层体系仍然是有益的，对于溶剂型和水性体系都是如此。特别是在DTM涂装

结果一览

- 具有星型分支的表面活性剂是双子型的进化，性能优于标准单链结构。
- 它们提供了广泛的结构多样性。
- 具有星型分支的新型表面活性剂润湿性能优良，对腐蚀防护性能的积极影响，具有良好的水性DTM体系应用前景。

中，配方的动态行为对实现无缺陷涂层尤为重要。
因此，我们比较了不同表面活性剂对一般润湿行为和腐蚀防护的影响。

助剂的物理性质

在本研究中，测试了表1中的助剂与基准样Gem1（四甲基-癸炔二醇， $M_n = 226\text{ g/mol}$ （计算））和Stand1（烷基烷氧基化物， $M_n = 380\text{ g/mol}$ （计算））。

这些星型表面活性剂的合成在其他地方也有报告^[7]。羟基的

图1 标准单链、双子型和寡聚表面活性剂（包括星型）的图示（从左到右下）

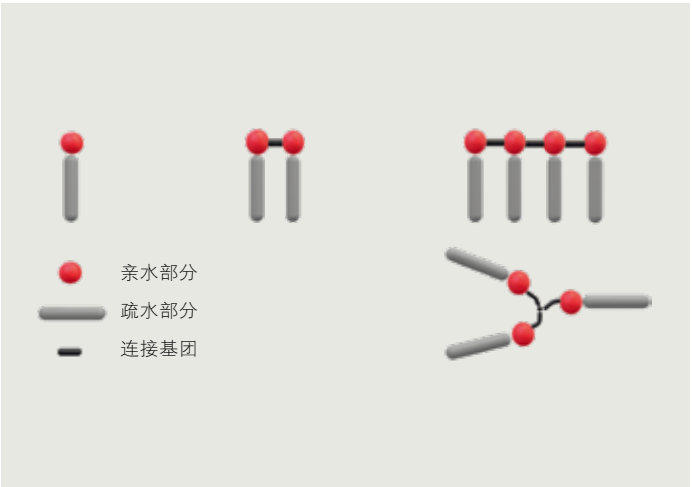


图2 H₂O/丁二醇19/1的静态表面张力

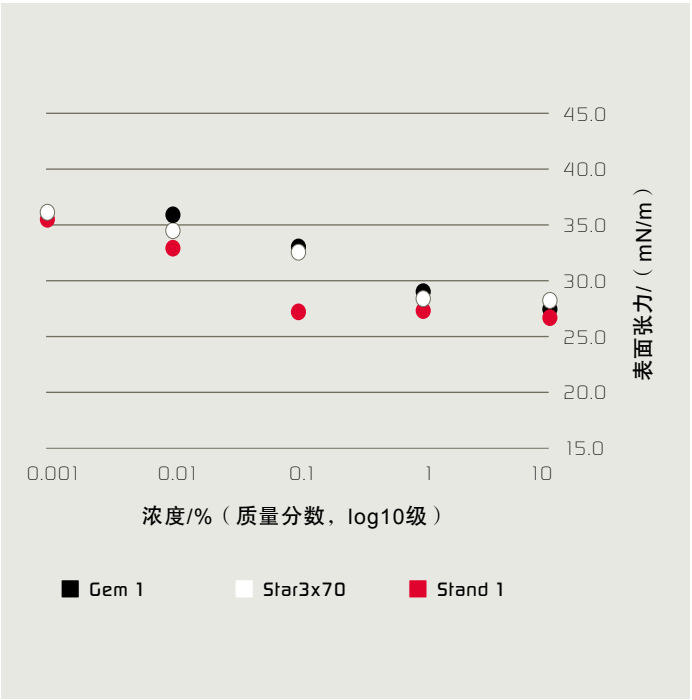


表1 具有星型分支的实验样品

核心	外壳	样品	M_n / (g/mol, 测量)	M_n / (g/mol, 计算)	外壳质量分数/%
C2	烷基1	Star2135	1 000	1 500	35
		Star2140	2 800	2 300	40
		Star2145	1 000	1 700	45
C3	烷基2/3	Star3x70	1 100	970	70

长度从烷基1到烷基3逐渐增加，范围在C8到C18之间。

我们通过THF中的凝胶渗透色谱（GPC）测定了样品的分子量，使用聚苯乙烯标准进行校准。

静态表面张力是在不同浓度的去矿化水和丁二醇的混合物中使用悬挂滴法和光学接触角测量装置测量的。这样就能够评估表面活性剂能够达到的最小平衡表面张力，以及发生自聚集的浓度。通常这个点被称为临界聚集浓度（CAC），是图中斜率发生变化的点。

图3 H₂O/丁二醇19/1中的动态表面张力

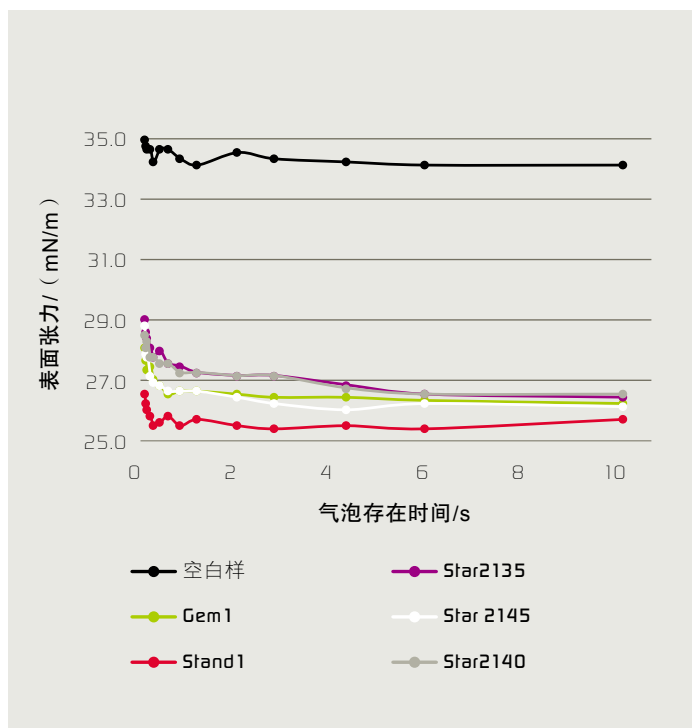
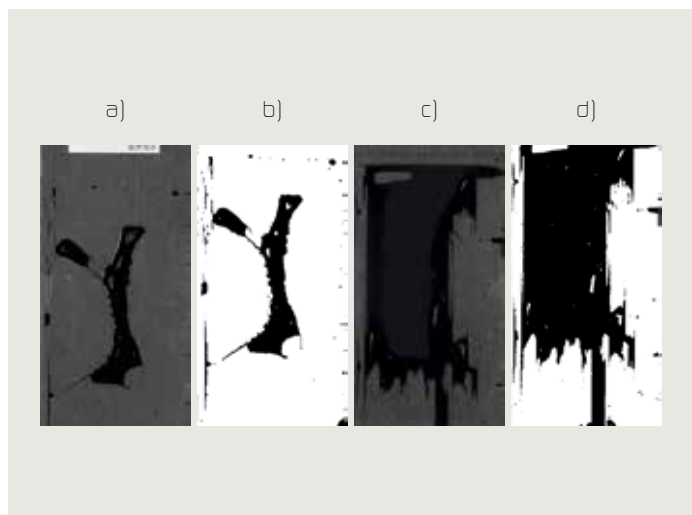


图4 干燥后的样品面板。4a&c) 有和无表面活性剂刮涂，4b&d) 4a&c) 的相应黑白图像。丙烯酸分散体1，紫色着色，冷轧钢基材被蜡污染



该测量清楚地显示了标准表面活性剂Stand1与更先进的双子表面活性剂Gem1和星型表面活性剂Star3x70之间的明显差异（最早起始点）（图2）。这表明标准表面活性剂Stand1具有较低的CAC。根据文献，您可能会预期相反的差异，即标准表面活性剂具有最高的CAC。这种现象的原因正在进一步调查中。

动态表面张力是衡量助剂扩散到液体/空气或液体/固体界面并降低表面张力速度的指标。在快速涂装过程中保持优良的附着性需要动态助剂。我们使用气泡压力张力计对其进行测量。

单链产品Stand1在动态状态下显示出最低的表面张力（在气泡存在时间为100 ms时），表明低分子量是良好动态行为的一个决定性因素（图3）。然而，在比较Gem1和Star21xx时，化学结构也很重要，因为它们的分子量明显更高。它们显示出可比的动态表面张力，仅略高于Stand1的值。

以不同方式测试了这些独特的物理性质如何影响涂料配方的应用性能。

应用性能——基材润湿

用乙酸乙酯清洁面板，涂蜡，然后干燥。将含助剂的涂料配方（丙烯酸分散体3，根据[8]）涂装在被污染的钢面板上，使用直径为75 μm的裸线，在室温下干燥（见图4）。我们使用扫描面板自动图像分析来确定表面覆盖率。设计了一种润湿检测应用，以客观量化不同涂料配方的润湿覆盖率（涂料覆盖率）。该应用可以处理在任意距离和光照条件下拍摄的特定形状涂覆面板（基材）的图像。

表面覆盖率越高，表面活性剂促进铺展的能力评分越高。

观察基于丙烯酸分散体3的配方（根据[8]，不含溶剂），我们发现蜡污染的冷轧钢上仅有中度的基材润湿（见表2，第4列）。一旦添加了表面活性剂，我们观察到基材润湿显著改善。最佳性能由星型表面活性剂Star2140和双子表面活性剂Gem1实现。

第二次润湿行为测试用于确定配方的润湿极限。该测试重点关注喷涂过程中的动态应用性能。为此，使用一个楔形装置与钢面板。喷涂的面板显示出三种不同的情景：

1. 基材未被润湿，单个喷涂液滴可见
2. 基材未被润湿，单个喷涂液滴融合在一起
3. 基材完全润湿

形成连续膜的膜厚被定义为润湿极限。使用喷涂机器人获得可重复的结果。我们比较了基于丙烯酸分散体1的配方[8]中的一系列产品（见表2，第4列）。性能最佳的产品是Gem1和Star2145，表明所选的星型表面活性剂与双子表面活性剂的动态基材润湿性能相当。

优良的泡沫稳定性

表2 泡沫和润湿（喷涂和刮涂）性能评级

样品	泡沫	润湿（喷涂，WL）	润湿（刮涂）
体系	丙烯酸分散体3	丙烯酸分散体1	丙烯酸分散体3
添加水平/%（质量分数）	0.5	1.0	0.2
	润湿极限/μm，评级		覆盖率/%，评级
空白样（0%）	5	9.5	70.4
Gem1 EG中含量50%	1	6.1	95.1
Stand1	3	无	91.2
Star2135	1	无	92.2
Star2140	1	无	95.1
Star2145	1	8.2	91.2

表3 腐蚀结果，所有性质评级从5（差）到1（好），添加水平为0.5%（质量分数）活性成分

样品	划痕周围的腐蚀	起泡程度	脱落	锈蚀蔓延	干附着力	合计
0.5%活性成分						
空白样	4	3	5	1	3	16
Gem1	4	3	4	1	1	13
Gem1 EG中含量50%	3	2	3	1	2	11
Star3x70	4	3	2	1	2	12
Star3x70 BG中含量50%	2	2	2	1	1	8

泡沫形成是涂料生产和应用中的关键因素。我们使用简化的测试配方“丙烯酸分散体3”（根据^[9]，不含消泡剂），添加0.5%（质量分数）的助剂（基于活性成分计算）。该配方摇动30 min以生成泡沫，然后通过图片评估泡沫衰减，评级从1（无泡沫）到5（强泡沫）。

正如预期的那样，基于丙烯酸分散体3并含有双子结构表面活性剂Gem1的配方泡沫显著少于标准（空白样）（见表3，第2列和图5）。含有星型分支表面活性剂（Star21xx）的配方也表现出与含Gem1的配方相同的优良消泡性能水平。

图5 泡沫形成（丙烯酸分散体3）。左侧图像，空白样（评级5 = 严重起泡）；右侧图像，添加0.5%（质量分数）Star2145（评级1 = 无泡沫）



改善的腐蚀防护性能

最佳润湿是防腐防护的决定性因素。本测试的重点是双子表面活性剂与星型表面活性剂Star3x70的比较。腐蚀防护性能采用在100%材料和稀释材料测试。

将助剂以一定浓度添加到基于丙烯酸分散体3的水性涂料配方中^[9]。面板使用乙酸乙酯预先清洁。在涂装后(40 μm干膜)，面板在50 °C下老化2天，在盐雾箱中放置72 h(条件符合ASTM B117)。腐蚀防护性能根据DIN EN ISO 4628-2:2016-07评估。

100%Gem1配方显示出比空白样(总体评分为16, 见表3)更好的腐蚀防护性能, 稀释溶剂进一步改善了基材防护(评分为11)。Star3x70样品也显示出相同的效果。含有100%活性成分Star3x70样品的涂料提供了比空白样更好的防护。使用稀释溶剂(BG中产品含量50%)再次进一步改善了防护效果(评分为8), 优于Gem1(EG中产品含量50%)。正在进行进一步的工作, 以评估星型聚合物与溶剂之间的协同作用。

星型结构优于基准样

星型表面活性剂是一类非常有趣的助剂, 通常可以为水性涂料提供额外的益处, 尤其是DTM涂料。星型结构允许对润湿和泡沫稳定行为进行单独调节。通过选择正确的核心基团和核/壳比例, 尤其可以优化涂装过程中的泡沫稳定和润湿行为。动态和静态表面张力的测量与各种DTM体系中基材润湿的应用结果之间存在高相关性。根据配方, 还可以实现优异的低泡沫性能。

相较于空白样, 星型表面活性剂在防腐保护应用测试中显示出积极的效果, 其性能与双子表面活性剂相当。在相同固体分下测量, 星型表面活性剂的表现优于双子表面活性剂。

在广泛浓度范围内的表面张力测量揭示了这些具有亲水核心和疏水外壳的星型表面活性剂的独特的聚集行为。将它们与标准单链产品进行了比较, 在达到平台之前表现出线性下降的广泛浓度范围。计划进一步研究这种聚集行为。

致谢

我们衷心感谢Sascha Bechtel和Miriam Langendörfer的合成和测试工作。

参考文献

- [1] Thomson M., Knischka R., Achord B., Auschra C., Martínez E., American Coating Conference Proceedings, 2014
- [1a] $\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos \Theta$, Θ = contact angle of the liquid on the coatings, $\Theta = 0$ leads to $\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L$, Spreading (S) occurs if $S > 0$ $S = \gamma_S - \gamma_L - \gamma_{SL}$: γ_S = surface tension of the substrate, γ_L = surface tension of the liquid, γ_{SL} = interfacial tension
- [2] Oestreich S., Erhardt R., European coatings Journal, 2016, 6, 22
- [3] Menger F.M., Journal of the American Chemical Society, 1991, 113(4), 1451
- [4] Lehmann K., European Coatings Journal, 2004, 5, 32
- [5] Liu X.-G., Colloids and Surfaces A, 2014, 457, 374
- [6] Silva S., Direct-to-metal coatings: Outstripping the market, European Coatings Online, 2017 (www.european-coatings.com/news/markets-companies/direct_to_metal-coatings-outstripping-the-market/)
- [7] Pirrung F., in preparation
- [8] Formulation Acrylic dispersion 1: Water (19.7 w%), Butyl glycol (5w%), Melamine resin (10.8 w%), Acrylic dispersion 1 (58.2 w%), Amine (50 % in water) (0.8 w%), Dispersing agent (1.3 w%), Defoamer 1 (0.2 w%), Defoamer 2 (0.1 w%), Thickener 1 (3 w%), Surfactant (1 w%)
- [9] Formulation Acrylic dispersion 3: Water (8.5 w%), Dispersing agent 1 (2.2 w%), Defoamer 1 (0.3 w%), Amine (50 % in water) (0.1 w%), TiO_2 (19.4 w%), Acrylic dispersion 3 (56.4 w%), Water (3.3 w%), Butyl glycol (6.5 w%), Defoamer 2 (0.2 w%), Corrosion inhibitor



Ralf Knischka博士
BASF公司
ralf.knischka@basf.com

Find out more!





FIND YOUR STARTING POINT FORMULATIONS

"A must-have for resin formulators: This book describes comprehensively how to calculate polycondensation resins and contains plenty of industrially relevant examples. These come from years of practical experience while demonstrating fundamental principles and can therefore be used as actual starting point formulations to investigate structure-property relationships. A great book for alkyd- and polyester resin formulators as well as paint formulators wanting to obtain a deeper understanding for the products they work with."

Toine Biemans
(Editor)

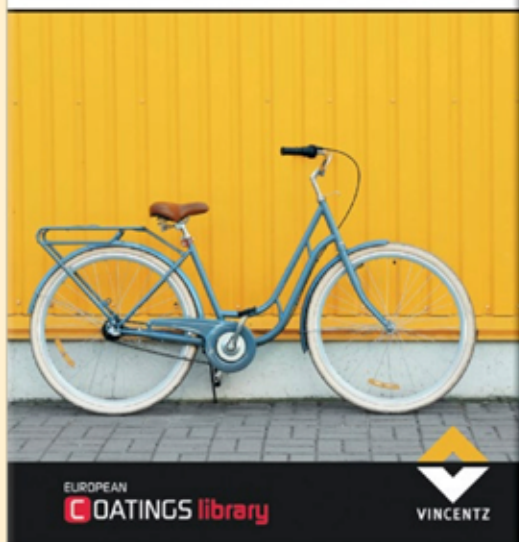


www.european-coatings.com/shop

NEW!

Ulrich Poth

POLYESTER AND ALKYD RESINS



Ulrich Poth

POLYESTER AND ALKYD RESINS · Polyester and alkyd resins belong to the most important material classes of paint chemistry and their usage as binders has been established for a long time. This standard work goes into detail on the composition, structure and properties of these important binder groups. It shows different precise calculation approaches in modern coatings development and ways to formulate polyester and alkyd resins in experimental designs. A practice- and future-oriented reference book that should not be missing in any laboratory!



Look inside
the book!

2020, approx. 238 pages
hardcover, 155 x 225 mm, 169 €
order no. 20733

Also available
as eBook: 20734

EUROPEAN

COATINGS library

www.european-coatings.com/shop





提高应用的稳健性

一种新型改性丙烯酸聚醇树脂具有明显的车辆修补优势

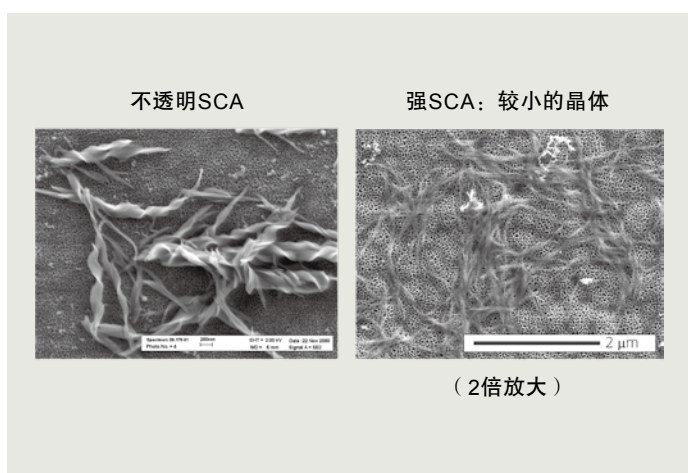
Francesca Fallani, Rob Otte, Marian Thannhauser, Allnex公司

一种丙烯酸聚醇树脂用新型强流挂控制剂改性，专为车辆修补应用而开发。它的特别设计与快速干燥的清漆兼容，有效提高应用的稳健性。其优势包括节省后期修正所需的时间和能源，同时仍保持典型快速干燥清漆的良好干燥/适用期平衡、硬度、光泽和外观。

流挂控制剂（SCA）已成功用于改性树脂多年，能够改善光泽涂料的外观。通过在涂料中引入触变性，SCA改性树脂在提高抗流挂性的同时，仍能保持在涂料涂装过程中产生的不规则表面的良好流平^[1]。这不仅改善了整体外观，还提高了稳健性，因为含有SCA改性树脂的涂料对涂层厚度、溶剂蒸发速度、面板方向以及底漆和基材类型的变化等敏感性较低。

经过各种类型的SCA（强、轻、透明和不透明）改性的多种树脂类型已在市场上有售，满足汽车行业不同涂装过程和条件的

图1 通过扫描电子显微镜观察的不透明SCA（左）和强SCA（右）结构和大小比较



结果一览

- 一种新的中固体分强SCA改性丙烯酸聚醇树脂适用于车辆修补应用，与快速干燥清漆配方兼容。
- 即使在相对低的浓度下，这种新的强SCA树脂也能有效减少流挂，提高应用的稳健性，在修补车间节省时间和能源，同时保持优良的涂层外观。
- 这种新的中固体分SCA改性丙烯酸聚醇是一种多功能树脂，还可以用于低温汽车涂料和木器涂料等应用。

要求。特别是强SCA改性树脂赋予涂料独特的高触变性，有助于在闪干过程中显著减少流挂。这些类型的SCA基于手性胺与异氰酸酯反应的产物。正如图1中的扫描电子显微镜图片所示，它们具有非常小的晶体尺寸，即使在相对低的浓度下也能产生极端触变性。这些晶体的低熔点还在烘箱中创造出后期流动性，使清漆收缩（潜移）造成的任何粗糙能够流平^[2]。这使清澈光亮的清漆外观得到改善，特别是在粗糙基材上。此外，强SCA改性树脂特别适合用于在相对低温或常温下固化的涂料。

因此，使用强SCA改性树脂有助于改善车辆修补应用中的应用稳健性：可以涂装更厚的涂层，无论是否存在有限的涂料流挂，基材粗糙造成的表面不平整能够流平。这可以大大减少对劳动密集型抛光的需要，节省时间和能源，帮助经验较少的涂料涂装工第一次就能成功完成汽车修补。

在快速干燥车辆修补清漆中的应用性能

我们最近开发了一种新的中固体分强SCA改性丙烯酸聚醇树脂，用于车辆修补应用。这种树脂是特别为快速干燥清漆配方设计的^[3]。这种新的强SCA改性丙烯酸聚醇树脂具有完全的兼容性，不会影响这些快速干燥清漆的典型性能，特别是良好的干燥/适用期平衡。为了说明这一点，我们将比较两种基于高固体分快速固化丙烯酸聚醇的清漆配方的结果，其中一种不含SCA，另一种基于25%树脂固体分新SCA改性丙烯酸聚醇（表1）。

表1 不含SCA（样品1）和基于25%树脂固体分新SCA改性丙烯酸聚醇（样品2）的快速干燥清漆配方

	1	2
	“Setalux FC 1926 BA-75”	“Setalux FC 1926 BA-75” / Setalux 61230 BA-60”
组分1	质量/g	质量/g
“Setalux FC 1926 BA-75”	53.22	40.23
“Setalux 61230 BA-60”	-	16.76
二甲苯	0.64	0.65
DBE 422053	0.52	0.53
溶剂石脑油 100	4.69	4.76
乙酸丁酯	5.00	1.20
“Tinuvin 1130”	0.90	0.90
“Tinuvin 292”	0.30	0.30
Modaflow Lambda （乙酸丁酯中含量为50%）	0.11	0.11
Modaflow Lambda （乙酸丁酯中含量为10%）	0.90	0.60
组分2		
“Tolonate HDT-LV”	20.72	20.61
乙酸丁酯	2.84	3.45
二甲苯	10.16	9.90
合计	100	100
固体分/%	62.0%	62.2%
达到涂装黏度时所需稀释剂	±13.50	±15.00
（稀释剂：乙酸丁酯/二甲苯 50:50）		

表2 表1中两种快速干燥清漆配方的应用性能

	1	2
	“Setalux FC 1926 BA-75”	“Setalux FC 1926 BA-75” / “Setalux 61230 BA-60”
空气干燥（室温）		
涂覆在玻璃上的涂料（62%固体分）		
干膜厚度/μm	49	43
不粘尘于/（hrs:min）	0:43	0:35
指压干/（hrs:min）	1:24	1:12
适用期		
喷涂黏度下的固体含量（计算值）/%	54.6	54.1
在1 000 s-1下的喷涂黏度，流变仪/（mPa·s）	52	56
喷涂黏度，DIN杯4/s（近似值）	16	20
黏度+2 s/（hrs:min）	1:10	0:55
黏度+4 s/（hrs:min）	1:30	1:10
黏度双倍时间/（hrs:min）	2:10	1:45
Persoz硬度发展/s		
涂覆在玻璃上的涂料（62%固体分）		
空气干燥（室温）		
干膜厚度/μm	49	43
1 d 23 °C	148	201
3 d 23 °C	187	202
7 d 23 °C	195	231
30 min 60 °C干燥		
干膜厚度/μm	48	42
1 h 23 °C	97	172
4 h 23 °C	124	199
1 d 23 °C	203	260
3 d 23 °C	235	275
7 d 23 °C	252	289

如报告的配方和应用结果所示，通过稍微调整催化剂浓度和溶剂组成，可以使这两种清漆的应用性能具有可比性。一些应用性能甚至似乎因新的强SCA改性丙烯酸聚醇而略有改善，因为干燥速度稍快（可能是由于中固体分树脂更有助于物理干燥），硬

表3 表1中两种快速干燥清漆配方的适用期性能

流挂			
清漆厚度/μm	不含SCA	12.5% “Setalux 61230”	25% “Setalux 61230”
在流挂极限（5 mm）时	65	70	82
外观			
在50 μm清漆厚度时的性能	不含SCA	12.5% “Setalux 61230”	25% “Setalux 61230”
20°光泽	90	90	90
光雾值		12	10
长波		11	13
短波	10	9	8
鲜映性	96	96	96

表4 基于不含SCA和含12.5%和25.0%新型丙烯酸树脂的快速干燥清漆配方的清漆喷涂在水性黑底漆上并在室温下垂直干燥一周后的流挂和外观

SCA树脂含量（基于树脂固体）/%	-	12.5	25.0
流挂			
清漆厚度为5 mm时的流挂/μm	65	70	82
外观			
在50 μm清漆厚度时的性能			
20°光泽		90	90
光雾值	10	12	10
长波	9	11	13
短波	10	9	8
鲜映性	96	96	96

度也有所提高。表2报告了室温干燥和60 °C固化的完整结果。

良好的适用期确保一致的喷涂

喷涂时，这两种清漆配方可以使用50：50的二甲苯和乙酸丁酯混合物稀释到相似的固体含量。两种配方的高剪切黏度类似，例如在1 000 s⁻¹下通过流变仪测量的结果，因为它不受强SCA的影响。这从图2中的流动曲线可以看出。

测量高剪切黏度提供了更可靠和定量的喷涂条件下黏度计量标准，允许对两种配方的喷涂性能进行更公平的比较。

然而，在实践中，喷涂黏度通常是通过使用黏度杯来测量的：该测量是在更低的剪切应力条件下进行的，因此受到强SCA提供的触变性的影响。显然，通过黏度杯测量触变型清漆的黏度并不简单，获得的值将取决于许多因素，例如搅拌程度、时间和操作人员。考虑到这一点，黏度杯测量可以作为一个指标。它仍然是一种非常实用和可使用的方法，可以评估配方黏度随着时间的发展，因此能够了解其适用期性能。

从表3中报告的结果可以看出，样品2的适用期性能仍然非常好。它保持了快速干燥清漆的典型特征，特别是“可操作”时间（喷涂黏度增加2或4 s）足够长，能够在不同的点或稍大区域进行一致的喷涂。

有效减少流挂

向快速干燥清漆配方中添加相对低浓度（约10%至30%，基于树脂固体）的新型强SCA改性丙烯酸聚醇树脂显著减少了流挂，在喷涂时外观良好。可以通过进行流挂测试来测量。

在流挂测试中，使用特殊的自动喷涂程序，在一个带孔的面板上以逐渐增加的湿层厚度垂直喷涂涂料。湿涂料在面板的孔周围积聚，导致局部层厚度增加，从而增加局部流挂，形成从孔边缘滴落的珠状流挂；层厚越大，珠状流挂就越长。这种现象也称为框架，通常出现在面板的边缘或保险杠之类的部件上，它们有很多锐角和孔洞^[4]。

喷涂后，面板保持垂直位置，涂料根据预定的时间表干燥/固化。一旦干燥/固化，我们测量每个孔周围珠状流挂的长度，并将其作为相应干层厚度的函数报告，生成类似于图3的图表。

使用SCA时，触变效应将减少涂料流挂，因此在可比的干层厚度下，珠状流挂的长度将大大缩短。对应5 mm流挂的层厚（图3中的红色虚线）通常定义为流挂极限。它被视为SCA有效性的衡量标准，即作为改善应用稳健性的指标。如果不小心喷涂了较厚的涂层，流挂仍将有限，外观良好，涂装后不需要进行修正。

光滑表面 = 更少的修正工作

在使用SCA时，可比厚度下的珠状流挂长度和珠状流挂可见度都降低了。图4清楚地显示了可见度的降低。使用相位阶梯偏折这种较新的光学技术^[5]拍摄了带孔面板的孔周围珠状流挂的阴影像。这种效果导致表面非常光滑和光亮，进一步减少了修正的需要，或者至少减少了仍需抛光时的工作量。

图2 不含SCA（黑色）和含有12.5%（白色）及25.0%（红色）新的强SCA改性丙烯酸树脂（基于树脂固体）清漆配方的流动曲线

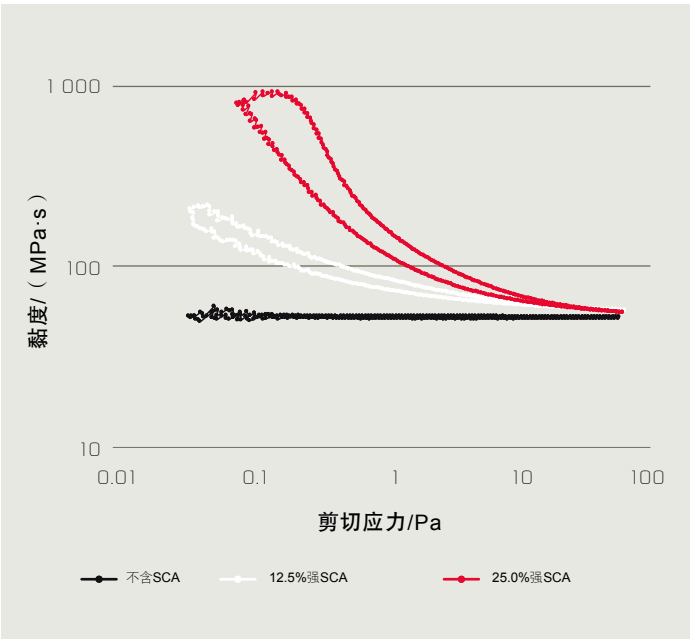


图3 不含SCA（黑点）、含12.5%（白点）和25.0%（红点）新改性丙烯酸聚醇清漆的珠状流挂长度与干层厚度的关系。红色虚线表示5 mm珠状流挂长度时的流挂极限

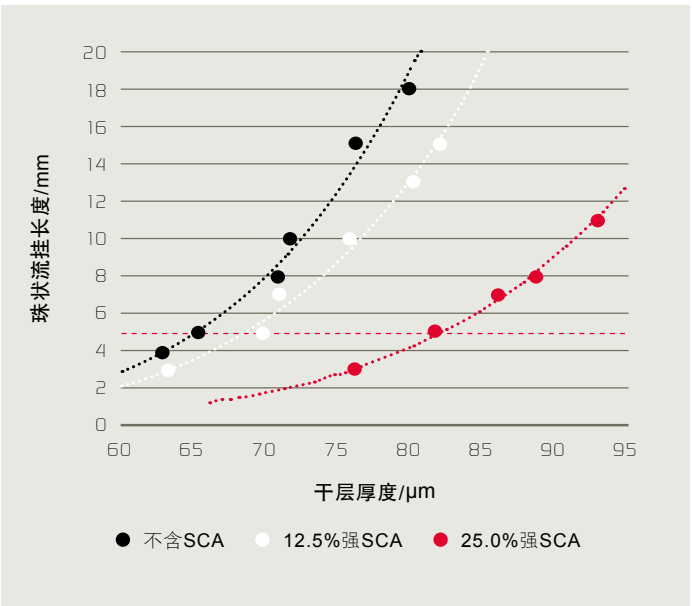


图4 流挂测试示例：使用SCA时，在更高的层厚度下达到相同的珠状流挂长度，且珠状流挂更平滑。图片通过获得，来自[5]

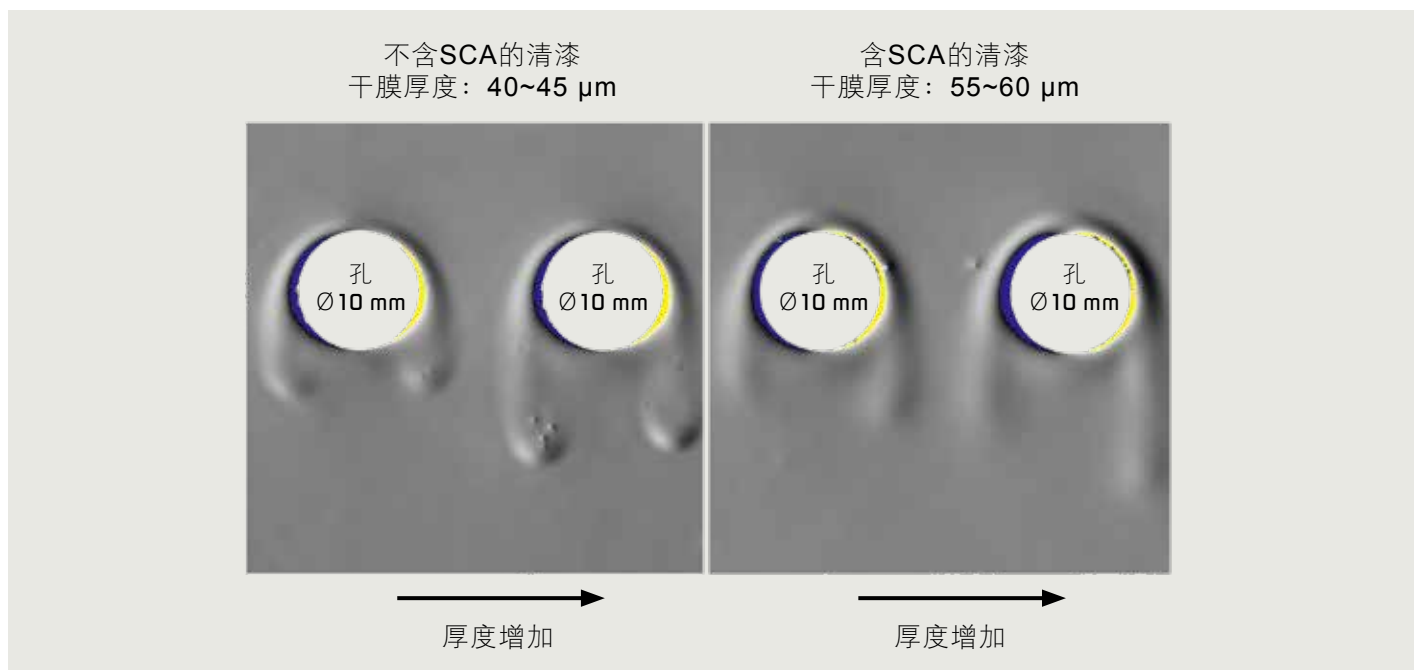


图3展示了两种快速干燥清漆配方的流挂测试结果，分别含有12.5%和25.0%新的强SCA改性丙烯酸聚醇（基于固体），与不含SCA的相同清漆进行比较。我们将清漆配方喷涂在之前喷涂了黑色水性底漆的带孔面板上。然后将面板在室温下垂直干燥一周，之后测量珠状流挂长度和相应的干层厚度。显然，含有新的强SCA改性丙烯酸聚醇的两种配方珠状流挂长度显著减少，流挂极限增加。

表4中报告的进一步结果显示，含有新的强SCA改性丙烯酸聚醇的两种快速干燥清漆配方具有高光和平滑的表面，外观与不含SCA的参照样相当，并符合OEM标准。

微调配方和应用参数（SCA浓度、高剪切黏度、溶剂组成等）可以帮助实现不同涂料体系的最佳流挂/外观平衡。

多功能树脂实现优良的表面效果

一种新的中固体分强SCA改性丙烯酸聚醇树脂用于车辆修补应用，其特别设计与快速干燥的清漆配方兼容。这种新的强SCA改性树脂不会影响快速干燥清漆的典型性能，特别是良好的干燥/适用期平衡，即使在相对低浓度下也能有效减少流挂。这提高了应用的稳健性，节省了修补车间的时间和能源，同时保持优良的涂层外观。

尽管它是专为车辆修补应用设计的，但这种新的强SCA改性丙烯酸聚醇是一种多功能树脂，可以成功用于多种应用，包括低温汽车涂料甚至木器涂料，最近的试验也证明了这一点。特别是，这种新的强SCA树脂用于木材应用可以帮助实现非常好的较厚涂层外观。这使得涂层数量减少，减少了获得“钢琴光泽”效果所需的抛光阶段数量。



致谢

作者感谢同事L. Somers, B. Mulder, E. de Wolf和T. Vanheertum的支持工作，结果讨论和对本文的贡献。

参考文献

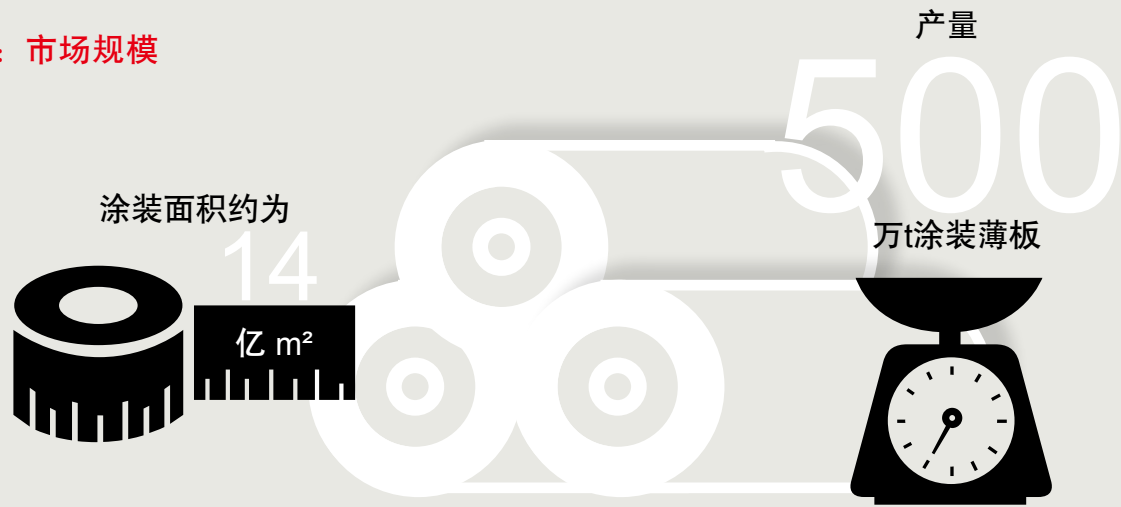
- [1] Bosma M. et al., The role of sag control agents in optimizing the sag/levelling balance and a new powerful tool to study this; Progress in Organic Coatings, Volume 55, Issue 2, Pages 97-104 (2006)
- [2] Bosma M. et al., Smoother by design; European Coatings Journal 12/2007 36-39
- [3] Fallani F. et al., Taking the next step in fast curing 2K NCO technology; Surface Coatings International, March-April 2021 Vol. 104.2 130-135
- [4] Weidner E., Schwartz L. W., Eley R. R., Role of Surface Tension Gradients in Correcting Coating Defects in Corners; Journal of Colloid and Interface Science 179, 66-75 (1996)
- [5] Bosma M., Rensen E.; Phase-stepped deflectometry as a powerful tool to determine the appearance of paints and coatings; Pitture e vernici (European Coatings) Vol 97, pp 6-10 (2021)



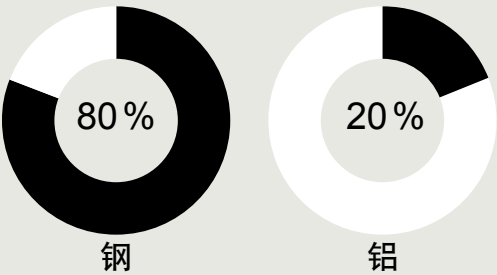
Francesca Fallani
Allnex公司
francesca.fallani@allnex.com

欧洲卷材涂料市场

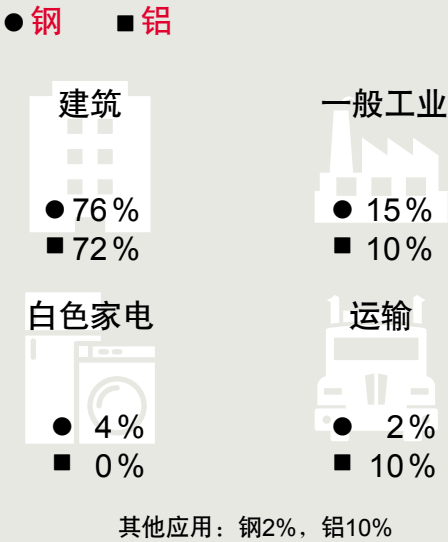
01：市场规模



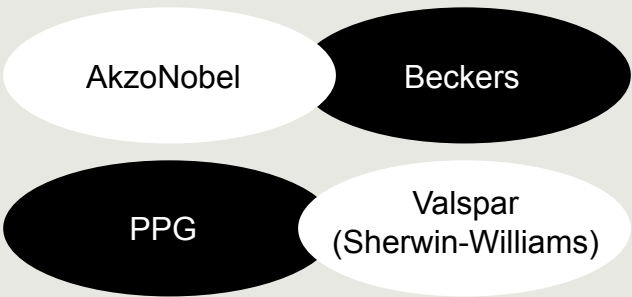
02：涂装基材



03：按最终用途细分的消费

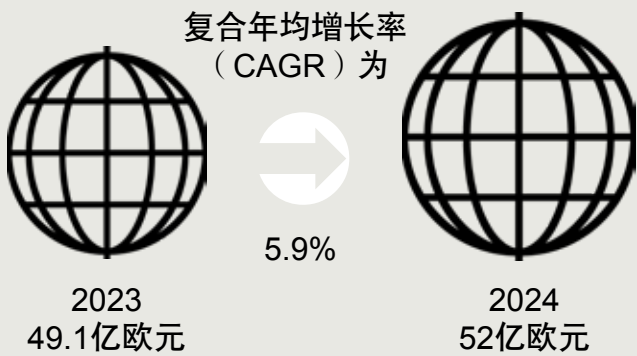


04：市场份额最大的4家卷材涂料生产商



*公司按字母顺序排列

05：全球市场产值展望





灵活性的竞争优势

涂料生产的创新工艺工程解决方案

Hans-Joachim Jacob博士, Ystral公司

在涂料的生产中,灵活性已成为一个关键因素:用户必须能够制造各种批量和许多产品及产品变体,以快速应对新的市场条件或变化的法规指南。通过系统和机器层面的工艺技术模块化以及使用创新的混合和分散技术,可以灵活设计工艺,确保其未来的适应性。

不仅批量和配方版本要求生产灵活性,它也与工艺本身相关。公司往往会扩展产品范围,或使用新原材料和助剂,它们不能再用传统技术处理。对新原材料的需求常常来自采购部门,他们成功获取了更具成本效益的原材料,但在处理时可能会面临更多挑战。例如,某种材料可能以聚结形式存在,现在需要更广泛的颗粒化。此外,新的规定和安全法规不断增加;这种粉末不能再在未密封的环境中添加,因为发现该助剂有不良副作用,而杀菌剂现在也只能以最小的剂量使用。最终,客户的要求不断变化,质量要求持续提高。

适应传统工艺工程系统以满足变化要求常常需要付出巨大的努力,例如,从溶剂型产品向水性产品的转变。水的高表面张力使得将粉末和极性液体引入水性介质比将其加入溶剂型产品更困难。这就是需要新工艺的原因。

在一个工艺容器中可生产的批量方面,传统技术如搅拌器和高速溶解器仅允许最低的灵活性。图1显示了传统搅拌器或高速溶解器的显著限制。机器在红色的液位范围内不能使用,因为液位过低。对于螺旋搅拌机(中间)而言,有到三个范围。上面两个关停范围是由于不允许的通过操作所致。如果搅拌器在螺旋通过液面时运转,螺旋会溅洒、注入空气、震动,并可能损坏轴承和密封装置。因此,在液位下降或上升的可能情况下,搅拌器必须提前停机。标记为黄色的范围仅允许减少的功率输入,因为工具上方的液位过低。

尽管在某些限制以内可以提升和降低溶解盘,但最佳功率输入范围受到了影响。

结果一览

→用户必须对市场上的新要求和变化做出响应。这适用于批量、配方版本以及工艺本身。

→传统的工艺相关方法、机器和系统概念提供的灵活性有限，适应变化的要求通常需要大量的努力或不同尺寸的系统。

→通过使用在系统和机器层面灵活设计的模块化工艺技术，用户可以确保其业务在未来不受影响。

→创新的混合和分散技术意味着制造商可以在同一工艺容器中处理不同的批量，快速更换产品，并满足变化的法规要求。

使用传统搅拌器和溶解器存在许多局限性，因为不同液位和不同批量需要不同的系统尺寸。

喷流混合器的高灵活性与均匀混合结果

相比之下，使用喷流混合器可以显著增加机器可全功率使用的液位范围（见图1中的绿色范围）。带有这些混合器的工艺系统

可以灵活使用。在单个工艺容器中可以生产任何批量，这意味着不需要不同大小的整体系统。这项技术甚至能够在工艺过程中处理极端的液位变化。

这些混合器将其混合头中的湍流微观混合与整个容器内容几乎无湍流的垂直宏观混合相结合。与传统搅拌器相比，在混合过程结束时，产品完全均匀混合；没有未混合的区域或沉淀。这些混合器可以从侧面安装在容器壁上，或从底部或顶部安装在容器上，如图2所示。

种子和药片涂料的灵活生产

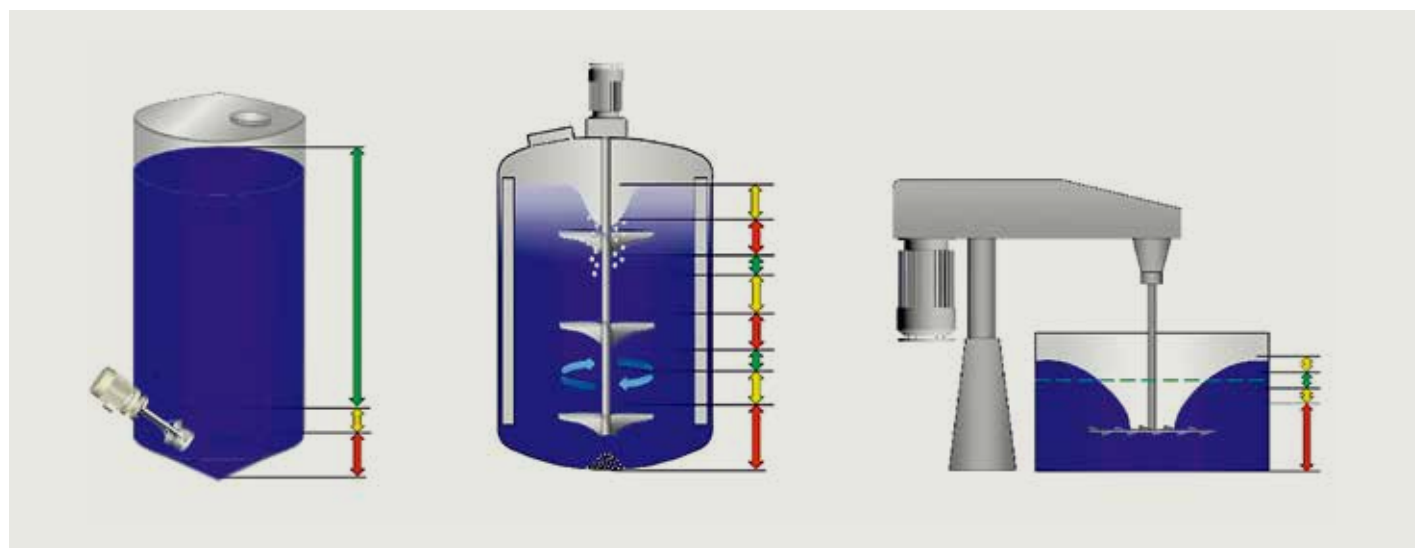
在种子涂料或药片涂料的生产中，对不同批量的需求高于许多其他类型的油墨和涂料。这些产品并未针对储存进行优化。在生产这些涂料时需要高灵活性，因为它们是直接加工的，而且常常涂覆差异很大的种子或药片。必须仅通过一个系统来覆盖范围很广的批量。

一位混合和分散技术专家为种子涂料的生产商设计了一个工艺系统，能够在一个工艺容器中生产从30 L到900 L的任意批量——即比例为1:30（见图3）。

为此，新的粉末润湿和分散器放置在工艺容器下方，通过一个循环回路与容器连接。对于30至90 L的小批量，在线分散器的循环已经足以均匀混合容器内容物。喷流混合器用于均匀混合更大的批量。直接将粉末添加到液体中而不产生任何灰尘并在封闭系统中处理消除了爆炸和操作人员健康危害的风险。

图4展示了使用现代混合和分散技术的药片涂料生产工艺设备。与传统的药片涂料生产方法相比，该系统灵活性更高，可以用于制备所有溶剂型和水性涂料悬浮液。粉末可以通过诱导枪或直接从容器引入。胶体润湿和分散在真空下进行，原材料完全去

图1 喷流混合器可全功率使用（见绿色标记的范围）的液位范围（左）明显大于传统搅拌器或高速溶解器



- 聚结。该工艺设备还能轻松地处理具有挑战性的粉末，例如难以润湿、自发膨胀、重泡沫或聚结的粉末。这使得储存稳定性提高了90%，在涂装过程中无需料斗搅拌器。新工艺设备还将生产时间缩短了80%，相比之前的工艺，能源消耗减少了约60%。

图3 种子涂料生产系统概念，混合器位于容器内，粉末润湿和分散器位于容器外

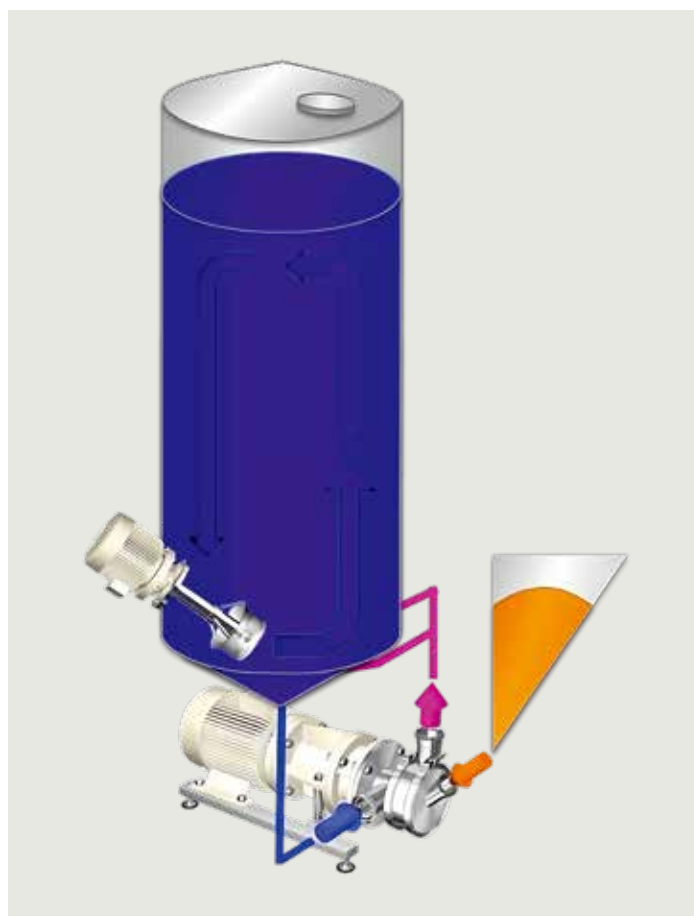


图2 这些混合器可以安装在容器壁、底部或容器盖上



通过模块化实现灵活性

如果系统从一开始就采用模块化设计，由各个独立模块组成，那么在后期调整工艺或增加产能就很容易，无需重新设计系统。因此，物理模块，如大袋卸料站、定量装置以及控制模块，可以灵活组合和根据需要调整或扩展。如有需要，制造商可以通过第二个模块来扩展其设备，例如用于处理大袋，或将粉末处理从袋转换为粉末仓。

结合创新的混合和分散技术，形成了广泛的工艺选择：在容器外部操作的粉末润湿和分散器可以在线或在循环中操作，通过管道与多个工艺容器或储罐连接。即使在低层高度下，也可以用两个粉末容器和一个液体容器实现生产过程。在双罐设备中，安装在两个容器之间的在线分散器可以在容器的任何一侧工作。液体计量、粉末进料系统和控制仅需一次配置。根据应用情况，还可以在同一个容器中安装两个喷流混合器，例如生产工业涂料的高浓度分散液。

木器涂料的灵活生产

以前，一个生产木器涂料的工厂使用20台高速溶解器来制造400种不同配方，批量可变。现在，整个生产可以在两个双罐设备上实现，每个设备配备一个在线分散器。该双罐设备中的工艺容器尺寸可以差异很大（见图5）。这样，仅用一个在线分散器，就能实现大范围的批量，最小化清洁所需的时间，因为小容器的清洁速度远快于大容器。木器涂料制造商可以在一套双罐设备上生产100到3 000 L的批量。两套设备覆盖完整的配方和批量范围，包括有色和透明涂料。现在不再需要之前使用的20台高速溶解器。

如果批量之间存在较大差异，或者工艺涉及体积大幅增长，建议使用三台不同尺寸的工艺容器，而不是两台（见图6）。

在生产设备中增加另一个非常小的工艺容器通常是由于另一个原因：为产品开发制造小批量；测试新成分和配方；进行耐候性或应用测试；或供客户取样。在线分散技术在这方面有两个优势：批量对机器而言无关紧要；而粉末引入和分散器安装在工艺容器外部，能够以完全相同的效率生产最小和最大批量。使用该技术还确保生产设备满足安全处理和粉末及液体的所有前提条件，并提供工艺监控。

制造商也可以在实验室中生产小批量，这通常需要妥协。实验室设备往往采用更小、设计不同的工具，相同产品体积需要更多的功率和能量，并且通常使用老旧且效率较低的批量技术，而不是在线分散工艺。因此，利用现有工艺系统生产小试验量的潜力意味着至关重要的时间和成本节省。

通过小批量实现更大的灵活性

由于传统溶解器工艺中不可避免的质量偏差，涂料行业倾向于选择较大的批量。每一个溶解器批次都必须经过检查、校正和重新检查才能最终释放。这些检查是耗时的，并且会停止生产过程。这导致了生产批量越来越大的趋势，因为对于所生产的数量，大批量所需的测试和校正时间更少。然而，溶解器工艺中批量越来越大的趋势导致了灵活性的大幅降低，因为在一个大型溶解罐中不可能生产可变批量。

使用在线分散技术意味着分散质量不会波动，无需重新调整黏度、着色力或遮盖力。这使得小批量的生产明显更快、更有效，最重要的是，更加灵活。

表1根据双罐概念比较了不同批量（2、6和20 m³）墙面涂料的加工时间。使用在线分散技术的小型设备可以获得与大型设备相同的生产数量。然而，小型设备的投资成本更低，甚至可以处理最小的批量，允许快速更换产品。

表1 基于在线分散器的双罐设备生产不同批量墙面涂料的加工时间和产量

	2 m³批量	6 m³批量	20 m³批量
冲洗	1 min	5 min	20 min
装填	2 min	6 min	20 min
粉末引入—— 二氧化钛、CaCO ₃ 、滑石、高岭土等，增稠剂最后加入	8 min	24 min	80 min
分散	2 min	6 min	20 min
转移（例如500 L/min）	4 min	12 min	40 min
批量时间	10 min	30 min	100 min
每小时	12 m³	12 m³	12 m³
每年（250天，双班，66%）	32 000 m³	32 000 m³	32 000 m³
对应的成品年产量约为	100 000 t	100 000 t	100 000 t

图4 药片涂料生产的工艺设备



图5 灵活的双罐工艺系统，适用于100至3 000 L的批量



❶ 工艺容器中的多用途系统

通过模块化工艺技术，额外的灵活性可以在机器层面上实现，例如以多用途混合工具的形式（见图7）。在多用途系统中，机器的头部可以更换，这意味着可以通过最适用于的相关目的的工具实现不同的工艺和产品数量。多用途系统用于不同的任务，如混合和分散过程，以及粉末引入和润湿。这是对未来工艺条件变化的最佳准备。这样的灵活单元，以前只在实验室环境中才有，可以用于5至50 000 L的工艺规模。对于较小的机器（约7.5 kW以下），混合头和整个轴都可以由一名员工使用快速连接装置更换。

可适应在线机器的投资安全

易于更换的在线机器转换套件使得一台通用基础机器能够适应变化的需要、不同的原材料和多样的任务。这些套件由少量部件组成，易于更换。除了具有不同几何形状的分散工具外，它们还包括粉末和液体连接、传感器和为特定任务定制的配件。在线机器不局限于特定的个别工艺，能够轻松地调整机器的最初预期用途。更换工具头可以轻松满足新的要求：加工极黏或增稠

粉末；加工必须小心混合不能被分散的剪切敏感介质；以及加工需要特别强烈分散的产品。该机器可以从粉末引入机器转换为在线分散机器，拥有最多六种不同工具固定圈的套件。对于用户而言，这种模块化意味着投资安全，因为当适应变化或全新的工艺时，用户只需更换单个工具，而不是整台机器。

对于国际运营公司来说，需要另一种的灵活性。相同的工具和工艺在各地使用，确保全球相同的产品质量。然而，电气设备的标准不同，尤其是电机和防爆方面的非统一标准。因此，相同的工具与特定国家的基础机器相结合，使得模块化、灵活的机器设计极具优势。

灵活的模块化设置实现长期成功

在生产如油墨、防腐底漆或纸张涂料等大宗产品时，很少需要改变产品。由于产品变化非常少，灵活性不太重要。然而，模块化概念依然有其好处。对于现代制造商而言，能够灵活、轻松地扩大大多数涂料的生产规模至关重要，特别是在开发新产品或定制生产大范围的配方和批量时。这个问题的解决方案是灵活、模块化的制造技术，它是安全的，不仅能满足当前的需求，还能适应未来的挑战。

图6 带有在线分散器和配有搅拌器的三个工艺容器的工艺系统

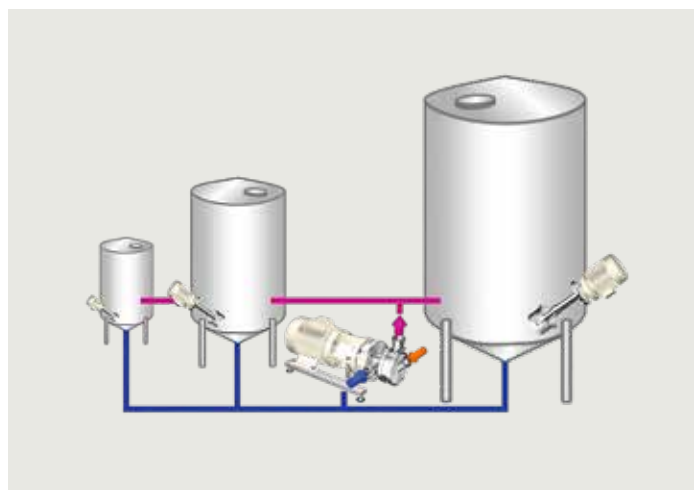


图7 带有更换轴（左）和可更换工具头（右）的多用途系统



Hans-Joachim Jacob博士
Ystral公司
hans-joachim.jacob@ystral.de

Find out more!



80 search results for **modular!**
Find out more: www.european-coatings.com/360

»» DEEP DIVE INTO NEW COATINGS TOPICS!

Discover the industry's leading technical book series:

www.european-coatings.com/shop

Need to get a handle on specific coatings subjects? Discover EC Library, the coatings industry's most extensive technical book programme, covering various special topics in the fields of:

- » Formulation expertise
- » Raw materials
- » Application fields
- » Measuring & testing
- » Knowledge base



TAKE A LOOK INTO SAMPLE CHAPTERS AND ORDER ONLINE AT:
WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/SHOP

EUROPEAN

C OATINGS library

www.european-coatings.com/shop



VINCENTZ



欧洲议会和理事会在4月批准了《分类、标签和包装》（CLP）法规修订文本
Paula Diaz Rodriguez, FEICA

理解CLP修订

修订后的文本将于今年年底生效。某些规定将导致业务的重要变化。适用的具体时间线将取决于不同的要求。

CLP法规基于联合国的全球统一制度（GHS），其目的是确保高水平的健康和环境保护以及物质、混合物和物品的自由流动。

CLP法规修订了危险物质指令（67/548/EEC (DSD)）、危险制剂指令（1999/45/EC (DPD)）以及（EC）第1907/2006号法规（REACH），自2015年6月1日起为关于物质和混合物分类和标签的唯一有效的欧盟法规。

CLP在各成员国具有法律约束力，直接适用于所有工业部门。它要求物质和混合物的制造商、进口商或下游用户在将危险化学品投放市场之前，适当地对其进行分类、标签和包装。

在改善欧盟含危险化学品产品市场的运转的同时，新措施旨在更好地保护消费者、工人和环境。

修订文本还能加快在欧盟层面识别危险物质和混合物的速度，并改善关于危险化学品的沟通，包括在线销售的化学品。此外，文本规定了额外的标签格式规则，并让折叠标签的使用更灵活。2024年6月6日，FEICA举办了一场网络研讨会，通知其会员

即将发生的变化。将影响黏合剂和密封剂行业的主要话题是与分类和市场投放相关的话题。

分类话题

新的危险类别

2022年12月19日的委员会授权法规2023/707新增了用于物质和混合物分类、标签和包装的新危险类别和标准。

这些新危险类别与内分泌干扰作用（EDs）的识别，持久性、生物累积性和毒性物质（PBTs），高持久性和高生物累积性物质（vPvBs），持久性、迁移性和毒性物质（PMTs）和高持久性和高迁移性物质（vPvMs）有关。受影响的公司必须在2025年5月之前实施所有危险类别的物质分类和标签规定。除此之外，他们还有额外18个月的时间，在2026年11月以前对2025年5月之前投放市场的物质进行分类和标签。

对于混合物，实施新危险类别的分类和标签规则的最后期限是2026年5月。与物质一样，2026年5月之前已经上市的混合物在2028年5月之前也不需要按照新规则进行分类和标签。

统一分类和标签



CLP修订的要点

→如果发生分类变更，公司必须在6个月内对所有相关产品重新标记。

→广告中必须包含危险图标和H短语。

→广告中不应包含“无毒”或“无害”等短语。

→所有产品必须在24个月内重新标记以遵守新的格式规则，对于已经上市的产品，期限为48个月。

→将普遍接受使用折叠标签。

→对CLP的修订将可能在2024年第4季度生效。

“新措施旨在更好地保护消费者、工人和环境。”

Paula Diaz Rodriguez

修订还修改了物质统一分类和标签程序。作为一种创新，委员会可以要求欧洲化学品管理局（ECHA）或欧洲食品安全局（EFSA）准备统一分类和标签的提案。

统一分类和标签的提案可以影响某种物质，或者采取分组的方法。

分类变更后的时间线

根据新规则，在导致新增危险类别或更严格分类（不同于统一分类和标签）的任何分类或标签变更之后，供应商要在6个月内更新标签。在现行版本的法规文本中，仅提到“无不当延误”，并未定义具体时间线。

多成分物质（MOCS）

CLP的修订还审查了适用于MOCS的要求。多成分物质的分类基于已知成分和该物质本身的相关信息。

产品投放市场

除了处理化学分类话题外，CLP的修订还明确了关于化学品标签和在线销售的规则。

标签格式

化学品标签的变化主要涉及文本内容以及折叠标签方面的新规定。

内容方面，强制性标签信息必须以白色背景无衬线字体用黑色印刷，行距为120%。印刷的x高度必须与容器的大小相对应：对于不超过0.5 L的容器，至少为1.2 mm；不超过3 L的容器，至少为1.4 mm；不超过50 L的容器，至少为1.8 mm；对于超过50 L

的容器，至少为2.0 mm（x高度是指小写字母x的高度）。CLP修订中CLP区块的面积显著增加，这将对行业产生重大影响。变更最迟将在进入实施后24个月生效。

此外，所有产品可能都可携带折叠标签。以前的例外情况现在已成为规则。一般来说，现在折叠标签属于常规使用，不再限于例外情况。

CLP还规定了关于广告和远程销售的规则。任何广告都应展示危险图标和标识词、H短语和欧盟H短语，以及“请始终阅读并遵循产品标签上的信息”声明。对于远程销售，销售报价必须显示所有标签元素。

黏合剂和密封剂对经济的重要性

黏合剂和密封剂行业在欧洲提供了数千个就业机会，并供应在整个欧洲经济中发挥关键作用的产品，例如提高能源效率和循环性。此外，许多黏合剂和密封剂每天都被欧盟消费者和专业人士用于不同应用和功能，如建筑保温、风电机的运行和维护以及车辆维修。因此，对CLP的任何修订都应充分考虑到黏合剂和密封剂行业的利益。



Paula Diaz Rodriguez

高级法规经理

FEICA

info@feica.eu

来源: Dannytax - Fotolia.com



展览会

2026年7月15-17日

中国国际涂料博览会
中国上海www.coatshow.cn

2025年1月30-31日

2025印度涂料展|国际展览会
印度德里www.european-coatings.com/events

会议

2024年9月18日

欧洲涂料罐听和卷材涂料会议
线上www.european-coatings.com/events

2024年9月19日

欧洲涂料杀菌剂和替代品会议
线上www.european-coatings.com/events

2024年9月23-25日

欧洲技术涂料大会-ETCC

法国阿维尼翁

www.etcc2024.org

2024年10月9-11日

CEPE-年会

丹麦哥本哈根

www.cepe.org/events

2024年10月22-23日

木器涂料大会

荷兰阿姆斯特丹

www.european-coatings.com/events

2024年11月5-6日

欧洲涂料生物基和水性涂料会议

德国科隆

www.european-coatings.com/events

2024年11月18-19日

欧洲涂料理解PFAS和重新设计不含PFAS的涂料配方会议

德国科隆

www.european-coatings.com/events

2025年1月15-17日

2025涂料峰会

新加坡

www.european-coatings.com/events

2025年1月30-31日

2025印度涂料展|国际会议

印度德里

www.european-coatings.com/events

网络研讨会

2024年9月24日

欧洲涂料网络研讨会|高性能聚芳醚酮 (PAEK) 作为PTFE的替代品

在线

www.european-coatings.com/events

2024年9月24日

欧洲涂料网络研讨会|开发涂料应用中基料体系的水性生物基胺组分

在线

www.european-coatings.com/events2026年7月15-17日
2026中国国际涂料博览会
中国·上海www.coatshow.cn

您想将贵公司的活动加入到我们的活动列表中吗?

请联系我们的广告营销团队:

冯立辉 电话: +8610-62252420 62253830 67603801

邮箱: chinacoatingnet@vip.163.com



YOUR MONTHLY UPDATE ON THE COATINGS INDUSTRY

Subscribe now and never miss an issue:

www.european-coatings.com/journal



SUBSCRIBE NOW!

WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/JOURNAL

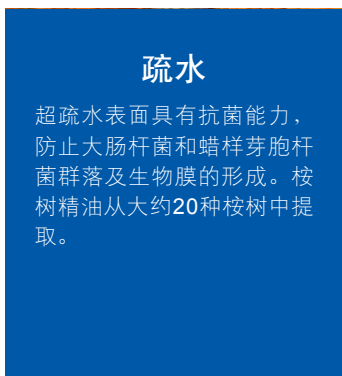
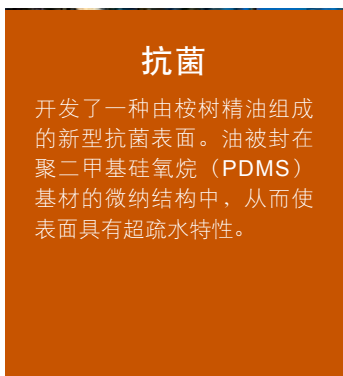
EUROPEAN

COATINGS journal

www.european-coatings.com/journal



VINCENTZ



EUROPEAN

www.european-coatings.com

COATINGS tech report

NEW!



Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information.**

Selected for you **from the editorial team of the EC JOURNAL** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the EC JOURNAL
- » milestone **recordings** from the EC/EC SHOW CONFERENCES
- » must-read **book chapters** from the EC LIBRARY

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSING ON
KEY RAW MATERIAL!**

» ALTERNATIVES TO BIOCIDES

**Unlock the secrets behind
alternatives to biocides with
our multimedia PDF report!**

The EC Tech Report Alternatives to Biocides provides deep insights into the latest technological findings, such as:

- Solutions for changing biocide labelling issues
- Current developments in additive, binder, and filler technologies enabling biocides-free formulation of high-performance coatings
- Novel antimicrobial technologies to enhance surface durability and longevity and modern microbial detection systems

In addition, gain access to our detailed market analysis showcasing the challenges faced by biocide manufacturers in today's stringent regulatory landscape and explore detailed product overviews on acting film and in-can preservatives and their usability in different applications. An impressive selection of digital add-ons such as downloads and video recordings and important basic knowledge about in-can and dry-film preservation round off this EC Tech Report. Don't miss out – get your copy now!



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop





DO NOT WASTE TIME: FOCUS NOW AND DEVELOP EXPERTISE!

www.european-coatings.com/shortcourses



INFORMATION ABOUT TOPICS
AND DATES ARE AVAILABLE AT
WWW.EUROPEAN-COATINGS.COM/SHORTCOURSES

You want to get a short and focussed overview about current topics of the coatings industry during a digital live lecture? Do you have 90 min to spare? Is it important for you to be able to address your personal questions to the speaker at any time? Our EC Short Courses Online are the right choice for you! Be part of our new digital offer and follow interesting presentations held by international experts on these relevant topics:

- » Adhesives
- » Anti-corrosion coatings
- » Bio-based coatings
- » Biocides
- » Digitization
- » Functional coatings
- » Rheology
- » Polyurethanes
- » Wetting & dispersing
- » Waterborne coatings

EUROPEAN

C OATINGS **shortcourses**

www.european-coatings.com/shortcourses



欧洲涂料杂志 中文版
2024年第09期(月刊)

主办单位

中国涂料工业协会

出版单位

《中国涂料》杂志社有限公司

主 编

徐 艳

+ 86 10 62252368

执行主编

樊 森

+ 86 10 62252368

编 辑

王 石 王 欢

+ 86 10 62252368

广告部

冯立辉 王明茹

+ 86 10 62252420

张世凤 李 雯

+ 86 10 67603801, 62253830

崔桐源

+ 86 10 64827048

订 阅

李 雯

+ 86 10 62253830, 62252420

设 计

朱玉文 杨永新

+ 86 10 62253830, 62252420

地址：北京市丰台区成寿寺158号办公楼四层西侧 邮编：100079

E-mail: chinacoatingnet@vip.163.com

www.chinacoatings.com.cn

www.chinacoatingnet.com

版权声明：本刊登载的文章，未经许可不得转载，转载须注明出处。



ECJ中文版
官方微信公众平台



《中国涂料》
官方微信公众平台



中国涂料工业协会
官方微信公众平台

源自MTQ和硅树脂的透明、坚硬、灵活的涂料

抗污涂层 一项研究项目开发了一种高透明度的混合涂料，使用环氧MTQ硅树脂和氨基封端超支化聚硅氧烷（HPSi），结合了玻璃的硬度与聚合物的灵活性和抗污性能。该涂料实现了卓越的硬度（7–9H）、灵活性、低表面能（ 14.8 mJ/m^2 ）和透明度（99.4%），即使在1 000次磨损循环后也能保持性能。

Zhu et al., Progress in Organic Coatings, Volume 185, December 2023.



来源: silencefoto - stock.adobe.com

透明棉花涂料

超疏水性 研究人员开发了一种可拉伸、透明的超疏水棉织物涂料，增强了机械和化学稳定性，适合于水下绝缘。该涂料用丙烯酸单体混合物制成，即使在拉伸至300%时，仍保持高透明度（90.2%）和超疏水性（ $\text{WCA} = 160^\circ$ ），并在各种条件下表现出优异的耐久性。

Liu et al., Progress in Organic Coatings, Volume 185, December 2023.

新闻世界

最新研发新闻

具有增强韧性的生物基水性聚氨酯

腐蚀防护 目前研究开发了一种生物基水性聚氨酯（WPU），通过添加山梨醇酐单油酸酯（SP）来增强其性能，具有更好的机械性能、韧性、灵活性以及卓越的耐磨损性和耐水性。与传统的WPU相比，改性涂料的磨损率降低了59%，水分吸收降低了45%，特别适用于腐蚀防护和软皮革应用。

Xiong et al., Progress in Organic Coatings, Volume 185, December 2023.



来源: oxi99 - adobe.stock.com

使用蓝藻的生物混凝土和生物材料

环境友好材料 弗劳恩霍夫研究人员开发了一种使用蓝藻制造生物建筑材料的方法，蓝藻能够捕获二氧化碳并通过自然矿化过程形成类岩石结构。这种环境友好方法不仅避免了二氧化碳的排放，还将气体整合到材料中，从而形成具有建筑应用潜力（包括绝缘和砖块）的固体产品。

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS, 2024.



来源: EmBaSy - stock.adobe.com

希夫碱包覆的聚磷酸铵

阻燃性 不饱和聚酯树脂（UPR）易燃，存在火灾风险。开发了一种希夫碱包覆的聚磷酸铵（MAPP），以改善其阻燃性。添加17%（质量分数）的MAPP显著增强了热稳定性，达到了UL-94 V-0等级，并减少了热量和烟雾释放，同时与传统APP基阻燃剂相比能够改善机械性能。

Zhang et al., Progress in Organic Coatings, Volume 185, December 2023.

含新型DOPO衍生物的疏水和耐火环氧树脂

环氧树脂 合成了一种含氰基的新DOPO衍生物（PDPO），将其添加到环氧树脂中，改善了阻燃性、机械性能和疏水性。添加5%（质量分数）的PDPO增强了阻燃性，达到了UL-94 V-0等级，同时维持了高透明度，提高了机械强度，显著改善了拉伸和弯曲性能。

Guo et al., Progress in Organic Coatings, Volume 185, December 2023.

»» FASTEN YOUR SEAT BELT!

The EC Tech Reports bring you up to speed on the latest technical developments in key coatings topics!



Each multimedia bundle contains:

- » in-depth technical articles from the EC Journal
- » milestone recordings from the EC/EC Show Conferences
- » must-read book chapters from the EC Library

Check out the latest reports:



SUSTAINABILITY



BIO-BASED COATINGS



WATER-BORNE COATINGS

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



VINCENTZ

EUROPEAN

www.european-coatings.com

COATINGS

tech report

NEW!

Marine Coatings

Deep technological and market insights from the **EC JOURNAL**

Important fundamentals from the **EC LIBRARY**

Cornerstone recordings from the **EC and ECS CONFERENCES**



VINCENTZ

**MULTI-MEDIA PDF BUNDLE
FOCUSSING ON
KEY APPLICATION FIELD!**

MARINE COATINGS

Get up to speed with the latest technical and market developments!

Gain insights into **anti-fouling formulations** designed to protect against corrosion while adhering to legislative requirements. Discover the latest developments in marine coating formulations featuring **sustainable epoxy binders** and learn how to **maximize the benefits of graphene**.

Additionally, this report provides an **outlook on global sales markets for marine coatings**, offering valuable insights for industry professionals. Stay ahead of the curve without the hassle of extensive research: this EC Tech Report delivers the latest findings directly to you – **exclusively selected from the editorial team of the EC Journal**.

Save time and get smart quick thanks to this unique **multi-media PDF bundle of focussed expert information**.

Selected for you **from the editorial team of the EC Journal** – the industry's leading publication for coatings technology!

Your multi-media PDF bundle contains:

- » in-depth **technical articles** from the EC Journal
- » milestone **recordings** from the EC and EC SHOW Conferences
- » must-read **book chapters** from the EC Library



*look inside
the report
and order now!*

EUROPEAN

COATINGS tech report

www.european-coatings.com/shop



VINCENTZ